Alla Biblioteca Nazionale di Firenze
dono dell'autore

R. CAVERNI

DELL'ANTICHITÀ DELL'UOMO

SECONDO

LA SCIENZA MODERNA

11-4-325

11-4-325

11.4.325

DELL'ANTICHITÀ DELL'UOMO

SECONDO

LA SCIENZA MODERNA

SAGGIO DI STUDI

DI

RAFFAELLO CAVERNI

FIRENZE

COI TIPI DI M. CELLINI E C.

alla Galileana

1881

Estratto
dal Periodico *La Rassegna Nazionale.*

ALLA CARA E VENERATA MEMORIA

DI MONSIGNORE

AMERIGO BARSI.

M' è dolce, nel ripensare a questo Saggio di studii, ch'io mando ora nuovamente alla luce, il ricordarmi di te, spirito eletto, e di favellare invisibilmente con te, che mi guardi dal cielo. Chi avrebbe creduto mai che tu mi avessi così presto abbandonato, a mezzo il mio faticoso cammino, quand'io sentivo più vivamente il bisogno de' tuoi savi consigli, e al vacillante ingegno mi ripromettevo una sicurezza ne'dubbi, e m'aspettavo allo scoramento, nell'ardore della tua parola, un conforto!

Non ti vedrò più dunque, nella lieta stagione autunnale, passeggiar meco e co' tuoi cari congiunti all'ombre ospitali di questi ulivi, dov'io meditavo e seguitavo a scrivere *Dell' Origine dell'Uomo* nella solitudine e nel dolore!

Questi, che ora intitolo al nome tuo, son tre capitoli appartenenti al secondo libro del mio Trattato; e parranno, anch' per questa parte, imperfetti, perchè membra recise dal loro corpo. Ma imperfetti saranno, senza dubbio, al giudizio di coloro che sono intendenti dell'arte, la quale io ho amata di grande affetto, benchè non sia potuto, nemmeno dalla lontana, giungere a dar tant'ordine armonioso alle mie parole, che faccian, come la lieta pupilla viva, tralucere il raggio della mente.

Pure, benchè così imperfette, tu sentirai, spirito gentile sciolto oramai dalla scorza del corpo, alitare da queste pagine un'aura dolce italiana, e ti piacerà, lo spero, il vedermi, non servo alle dottrine degli estranei da noi di patria e di Religione, studiar di raccogliere, legittimo erede, il senno e la sapienza degli avi.

Accetta l'offerta con quel cuore col quale in terra mi amasti, e se tu vuoi ch'io stesso o che altri, meglio di me, scriva il tuo nome sopra più durabile monumento, prega, anima beata, che si volga più propizio il cielo sopra questi miei studii, e sopra quelli del tuo giovane clero, che ti ricorderà sempre con mesta riverenza di affetto, e t'invocherà con desiderio, o mio padre, o mio maestro e mio amico.

Quarata di Val d'Ema, 30 Dicembre 1880.

R. Caverni.

DELL'ANTICHITÀ DELL'UOMO

SECONDO LA SCIENZA MODERNA

Capitolo I.

Cronologia Paleontologica.

I.

Prendendo io a fare un cenno, quanto sia al mio proposito sufficiente, di quella nuova storia dell'uomo che non si legge nelle pagine artificiali de'libri, ma in quelle naturali che compaginano il volume della terra; dico che quelle pietruzze credute dal volgo essere l'effetto del fulmine, e che si trovano così largamente sparse sul suolo ovunque si scavi un po'al di sotto della sua superfice, esaminate meglio e considerate, hanno dato a divedere che fossero opera un tempo delle mani dell'uomo, e strumenti da servirsene a' varii usi secondo il bisogno. E trovato, al farne esperienza, che per la salda materia e per la forma erano sufficienti a tagliare e a pungere, se ne conchiuse che si dovevano un tempo gli uomini servire di quelle pietre o per uso di coltelli ne'bisogni domestici, e nell'esercizio qual ch'egli si fosse dell'arti, o per uso di lance e di dardi nelle cacce o nella difesa da'loro nemici. Ma quando la raccolta di quegli oggetti abbondò nelle mani de'nuovi arguti osservatori, e se ne poterono fare insieme confronti, si trovò che di quelle pietre erano alcune rozzamente scheggiate colle percosse, ed erano altre invece lavorate con magistero più fino, ed affilate squisitamente con arte. Si disse allora che gli uomini, i quali si fabbricarono queste nuove pietre polite, dovevano aver progredito in quella loro civiltà sopra gli uomini, che usarono le pietre rozze, e che perciò queste dovevano essere indizio di un antichità maggiore di quelle. E a quel modo che il significato di una parola sola rimane o non intelligibile o franteso, ma sropre a un tratto il raggio della sua luce, se si legga e s'intenda nel suo costrutto; così

molti oggetti di bronzo, che non avevano parlato agli archeologi altro che con la ruggine, messi insieme alle pietre scavate, parlarono altresì colla materia e colle forme; e fu il costrutto loro un significare a'novelli studiosi come sottentrassero essi agli oggetti di pietra, quando gli uomini scoprirono dentro alle zolle della terra, e imparorono a liquefare i metalli. Perchè poi non poteva questo trovato esser venuto alle mani dell'uomo se non dopo molte prove e riprove, e dovea l'arte di cimentare essere scorta dalle arguzie dell'ingegno, ne concludono perciò i sapienti che debbono gli oggetti formati di bronzo essere indizio certo di civile progresso, e che più moderni degli scheggiatori e degli arrotatori delle pietre debbono essere i fonditori del bronzo. Cosicchè gli uomini usarono, secondo la nuova scienza di costoro, le pietre e il bronzo a' loro strumenti, assai prima che v'usassero il ferro, il quale non fu trovato altrimenti nè conosciuto il modo di lavorarlo e informarlo al fuoco e al martello, se non dappoi che progrediti gli uomini di mano in mano da que'primi rozzi principii, vennero all'esercizio dell'arti, in quel modo che s'usa ancora fra noi; e compostisi insieme nelle ordinanze e nelle convivenze civili lasciarono di sè una memoria a'posteri o ne'monumenti dell'arte o in quelle tradizioni velate sovente dalle immagini, e sulle quali si poterono poi compilare le storie. Questi son perciò detti tempi storici, ne' quali gli uomini trovato il ferro ebbero il modo di domare la materia e di renderla docile all'intenzione dell'arte, e ne' monumenti dell'arte lasciarono a' futuri le ricordanze; ma que' primi tempi che precederono a questi, furono detti preistorici, perchè non avendo ancora gli uomini il modo da esercitar l'arti non poterono di sè dare contezza altrimenti, che con le reliquie delle loro opere naturali, non come scrittura ordinata, ma quasi recondito alfabeto che aspetti per essere inteso l'acume degl'interpetri. I tempi precedenti perciò a' monumenti dell'arte o alle storie, e che per accomodarci all'uso dovremo anche noi chiamare preistorici, corrono dall'origine dell'uomo infino al ritrovamento del ferro, per tutto quello spazio in che non seppesi far uso altro che della pietra e del bronzo, ed è perciò in età della pietra e del bronzo tutto quello spazio diviso; e perchè alcuni fra gli oggetti di pietra son lavorati e altri rozzi, fu l'età stessa della pietra divisa in due tempi detti l'uno della pietra antica o archeolitico, e l'altro neolitico ossia della pietra nuova: ond'è che in tutte sono l'età preistoriche divise in tre tempi, detti l'uno della pietra antica o archeolitico, e l'altro neolitico, ossia della pietra nuova, e del bronzo. Fatta questa distinzione

del tempo, si son dati gli scenziati moderni a investigarne l'antichità, incominciando dal primo della pietra rozza per ricongiungerlo poi, dopo la pietra levigata e il bronzo, a' tempi storici del ferro; e si sono così argomentati di ritrovare quella prima e più antica èra, in che si vide la libera natura soggiacere a' primi e più rozzi magisteri dell'arte. E qual via tenne la scienza per conlursi al computo di quegl'anni solitarii? Che poteva essere alla mente lucerna in quelle prime tenebre desolate? Varie son quelle vie e da varie parti s'è derivata e riflessa la luce sulle tenebre della morte, ma la terra che ha chiuso nel suo sepolcro quell'ossa dell'uomo antiche o ha travolto nella sua rapina, con tutto lui, anche le sue sparse reliquie; la terra delle alluvioni insomma, aperta dal piccone del paleontologo nelle sue più ascoste viscere fangose, n'è, può dirsi, il principale argomento. Io recherò quì, a meglio intendere di quell'argomento la qualità e la forza, i computi che dell'antichità della terra in che furono o ad arte o a caso scavati alcuni oggetti antichi artefatti ne fecero alcuni scrittori; computo ch'è quello stesso dell'antichità degli oggetti trovati, e perciò dell'uomo che gli fabbricò per servirsene a'suoi qualunque e'si potess'essere usi e bisogni.

Primo di tutti m'occorre a rammentare il celebre cono della Tiniere, torrente che gettasi nel lago di Ginevra presso Villeneuve. Cotesto torrente impetuoso, per l'acque che vanno giù da'monti con lui, perdendo nel gettarsi nel lago la foga, abbandona i sassi e il fango e tutto ch'avea seco menato nella sua rapina, e impone un mucchio di materia ghiaiosa e faogosa a' suoi piedi dove casca nel lago e muore; mucchio che nel linguaggio proprio della scienza appellasi cono di deiezione. E perchè infino da quei primi tempi che cotesto torrente s'andava a rovinare nel lago, imponeva le ghiaie e il fango aggiungendo sempre più di materia all'antica; il cono venivasi di mano in mano a ingrossare di quelle nuove tonache o strati che gli si soprapponevano addosso. Ora avvenne che dovess'essere cotesto cono della Tiniere segato per dare il passo aperto a una strada di ferro, e s'ebbe così occasione di vedere in quel segamento distinte le tonache, che si soprapponevano con ordine certo, presso a poco come si vedono soprapporsi e affaldarsi nel tronco gli strati annuali del legno. Ma quel che revocò a sè maggiormente in quell'opera l'attenzione degli scienziati, furono gli oggetti che si ritrovarono fra quelle antiche ghiaie e quel fango, e che avevano aspetto vario e aria di maggiore o minore antichità, secondo che cavavansi da uno strato più o meno profondo. Così furon trovate negli strati più superficiali

alcune tegole e una moneta romana, e più addentro frammenti di terre cotte non verniciate e di bronzo, e più addentro ancora carboni, ossa rotte e uno scheletro d'uomo. Ora il Morlot, dalla materia deposta dal torrente negli anni certi scorsi dal tempo romano di quella moneta infino a noi, facendo il computo del tempo che sarebbe bisognato al torrente per imporre il massiccio della materia degli altri strati dove si trovano pietre e stoviglie e bronzi, ha creduto di poter assai probabilmente fare l'età del bronzo antica tra i ventinove e i quarantaduemila anni, e l'età della pietra da' quarantasette a' settantamila.

Altri calcoli cronologici simili a questo si fecero dall'Horner per gli oggetti ritrovati ne' fanghi deposti nel suo delta dalle illuvioni del Nilo, e dal Lyell per quelli ritrovati nelle alluvioni del Mississipi. Dirò ora quale ordine abbian tenuto costoro per condurre la ragione dei loro calcoli.

Avendo l'Horner fatto scavare alcuni pozzi profondi nella valle del Nilo, trovò allo scavarne uno a Memfi, presso la Statua di Ramesse, alcuni frammenti di vasi di terra, che si profondavano qualcosa più che dodici metri. Ora egli si dette a volere investigare in quant'anni avesse dovuto il Nilo rifarsi a imporre i suoi fanghi, per ammassiceiarli in que' dodici metri, e intendeva d'avere sciolto il problema, se gli fosse riuscito di calcolar giusto la quantità del fango, che può esser deposto da quel fiume in un anno. A ciò si valse del sostegno, su cui posa la statua di Ramesse, misurando quanto gli si fosse rialzato intorno l'impostime fangoso, dall'anno in che supponsi essere la statua eretta, in fino a quello in cui pigliava la misura intorno al sostegno; e ritenuto che fosse quell'anno il 1394 avanti G. C., ebbe che in 3200 anni s'era rilevato quel fango qualcosa più che due metri e mezzo, ciò che, agguagliando gli eccessi a' difetti, dà presso a poco nove decimetri d'impostime per anno. Ne concluse perciò l'Horner che tredicimila anni appena sarebbero bastati al Nilo per imporre dodici metri di fango su quelle venerande reliquie dell'uomo, da ben tredicimila anni ivi dentro sepolto.

Un simile ordine tenne il Lyell per computare gli anni, che sarebbero stati necessarii al gran fiume americano, a imporre il fango e le ghiaie, in che s'ammassiccia, e sulle basse acque si rileva il suo delta; e sperimentando quanto di quel fango e di quelle ghiaie, a proporzione dell'acqua, è travolto e menato in un anno, trovò che degli anni a imporre tutta la materia del delta non ne sarebbero bisognati meno di centomila. E perchè un calcolo somigliante egli crede doversi applicare alle alluvioni del fiume Somma, dentro alle quali si

trovano reliquie di oggetti che furono evidentemente opera dell'uomo, ne conclude perciò che di ben centomil'anni dovess'egli essere antico. Ma questo stesso numero che potrebbe a' lettori sembrare eccessivo, avvezzi come sono oramai alla giovane cronologia del Petavio, è per così dire un zero rispetto a quello che ne inferirebbero il Blackwood e il Lubbock dagli oggetti ritrovati nelle stesse alluvioni della Somma. Furono infatti selci di pietra e altri oggetti antichi separati nelle ghiaie deposte dal fiume a un livello alto di parecchi metri sopra quello, in ch'egli scorre al presente, e ripensando costoro agli anni innumerevoli che furono necessarii al fiume perchè si potesse adagiare a scorrere in quel letto, nel quale egli scorre, e quanto lunga e faticosa opera gli bisognasse per dare alla valle quell'assetto che la si vede avere; ne conclusero che da anni innumerevoli scese l'uomo europeo a pigliare stanza su quelle rive.

Introdottasi così questa nuova maniera di computi cronologici, e divenuti baldanzosi gli scienziati di queste nuove avventure, esultarono anche di più quando il Lartet mostrò loro il giaccio dove avrebbero potuto ritrovare gli oggetti antichi dell'uomo, senz'avere a faticarsi troppo di ripescarli per le alluvioni sparse a caso ed incerti. Le grotte perciò e le caverne profonde furono la pastura, a cui trassero in folla alcuni dotti, ma molto più i curiosi e gli affamati di nuova gloria, per prendersene ciascuno la sua parte della satolla. Ma mentre costoro cianciavano, usciti fuori da un antro o con un coccio in mano o con qualche osso infranto, i dotti osservavano e meditavano, offerendo a loro le grotte oltre al numero e alla varietà degli oggetti umani antichi trovati con facilità insieme, e gli uni a riscontro degli altri, altri indizii da fondarvi sopra nuove induzioni; indizii venuti dalle ossa di quegli animali che non vivono ora più in que' climi, e i quali fatti un tempo dalla natura, parve che poi ne rompesse la stampa.

Monumenti d'importanza simile a quelli delle caverne, e quasi pagine condensate di bella scrittura da leggervi dentro la storia dell'uomo antico ne' suoi anni non solo, ma e ne' suoi costumi e nello strano governo di tutta la sua vita, furono altre forme di abitazione o di refugio fabbricate da quella prima e rude arte dell'uomo, e a cui si dà il nome dalla nuova scienza di palafitte e di mariere. Conteste insieme di pali di legno e di rami, e levate un tempo sul livello dei laghi o di altre acque stagnanti, offerirono coteste abitazioni nel loro fimo reliquie dell'uomo antico tanto abbondanti, che fanno esse sole una parte principale de' nuovi studi, e chi vuole intendere l'età prei-

storiche del bronzo, segnatamente nella Svizzera e nell'Italia, convien che si rivolga ad esse, che sono di quella storia il più vetusto volume. Le ghiaie perciò e i fanghi deposti da' fiumi, e le grotte e le palafitte, che tengon prese e sepolte le reliquie antiche dell'uomo, porsero i principali argomenti a' nuovi computi cronologici. E come le alluvioni rispondevano a chi l'interrogava, nell'ordine de' loro strati, che seppellirono dentro a sè l'uomo da più lunghi anni che non avessero pensato fino allora i credenti; così risposero le caverne mostrando essere l'uomo coevo alla vita di alcuni animali, che vissero e morirono nella loro specie da anni innumerevoli: e così dissero le palafitte a chi le cavava che que' troppo giovani abitatori del nostro suolo, da' quali si credeva fin qui che noi fossimo in antico discesi, ebbero anch'essi chi avea fatto loro da balia in que' rozzi abitatori di case fatte di pali e di rami, che ignari di ogni arte gentile si procacciarono faticosamente la vita, andando in caccia per le foreste a conficcar le freccie di pietra acuta ne' dorsi irsuti alle belve.

Sono varii perciò gli argomenti, varii secondo il genio particolare di ciascuno, dell'argomentare i modi; ma tutti vengono a una conclusione, che cioè l'uomo è tanto antico da noi, e tanta è la differenza tra la cronologia dell'Usher e del Petavio, e quella dimostrata evidentemente alle nuove scienze dai fatti, che credere oramai alla Genesi è un voler rinunziare alla ragione e alla testimonianza de' sensi; ond'è perciò che volendo io rispondere più ragionevolmente ch' io possa, prenderò ad esaminare le qualità di quegli argomenti dedotti così dalle alluvioni sparse, come altresì dalle caverne e dalle palafitte, e vedrò di pesarne, quanto si potrà meglio da me, le ragioni, e di giudicarne gli effetti.

II.

E per cominciare dalle alluvioni, e dagli oggetti ritrovati nel loro fango sepolti, io trovo in sul mio primo esame che nemmeno i paleontologi s'assicurano tutti sui computi dedotti di là, e su quel sentenziare che hanno fatto altri, men prudenti forse di quel che non sarebbesi convenuto, e più baldanzosi. Così per quello che concerne i calcoli del Morlot, rispetto al cono della Tinière, fa giustamente osservare il Lubbock che movendo que' calcoli da' tempi romani riconosciuti nelle tegole di terra cotta e in una moneta, non sono quei calcoli stessi, come il Morlot si credeva, punto sicuri, potendo le tegole

essere state in uso nella Svizzera molto prima de' tempi romani, ed avendo in sè quella moneta cancellato ogni segno da fare indizio certo dell'anno, e della forma propria del conio. E notava altresì l'Ullmann che le ossa scavate negli strati più profondi non mostrano così antiche come dovrebb'essere se fossero propriamente dell'età della pietra; e che le potessero essere molto più recenti sarebbe a lui indizio il trovarle rimescolate con ossa di animali domestici.

Nè i calcoli dell'Horner son meno incerti di questi, perch'è impossibile sapere quanto veramente si profondasse il sostegno, in sul quale fu collocata la statua dell'antico Ramesse. L'Horner infatti pone tutto il fondamento di quei suoi calcoli sulla quantità del fango rilevatosi per le allagagioni del Nilo, ammettendo che fosse il piedistallo imposto dagli artisti egiziani a una profondità di trentotto centimetri e mezzo: e s'egli aveva qualche centimetro di profondità maggiore? e allora il calcolo de' tredicimila anni poteva anche aggiungere a ventimila. Ma se invece ch'essere profondato, come suppone l'Horner, fosse stato quel piedistallo rilevato sul suolo? e allora i calcoli sarebbero potuti tornare con quelli dell'Usher e del Petavio. A confermare poi anche meglio questa incertezza, aggiungeva il Lyell un'osservazione importante, ed è che solevano gli egiziani, a difesa delle inondazioni del Nilo, ricingere tutto intorno di argini i luoghi sui quali o levavano i tempii o posavano i loro storici monumenti. Ora è un fatto che riducendosi l'acqua torbia dei fiumi quieta in qualche seno riposto, ella impone maggior copia di fango che non là dov'ella corre; ond'è che se fossero gli argini sollevati, com'è probabilissimo, anche intorno alla statua di Ramesse, vi sarebbe ivi il fango deposto in maggior copia che in altra parte, e sarebbero così riusciti fallaci i calcoli dell'Horner intorno agli anni dell'uomo. Ma il Lyell, che ha veduto argutamente la fallacia ne' calcoli altrui, pare che non s'avveda o non si voglia avveder della propria, imperocchè lasciando anche addietro quel che intorno a'calcoli del celebre geologo sulle antichità del gran fiume americano notarono l'Umphrey e l'Abbot, io farei volentieri osservare che non avendo i fiumi nè potendo aver sempre un egual regime nella dispensa dell'acque, male si può inferirne, da quella che mena oggidì, la quantità della materia che imponeva il Mississipi quando s'assettava l'alveo a principio, e sonante e orgoglioso della preda rapita, si serviva di lei come di vomero poderoso a solcare il seno alla valle. Se tenendo conto perciò, come l'Humphrey e l'Abbot ragionevolmente volevano, di quel che il fiume colla sua rapina mena nel golfo, il calcolo de' centomila anni s'accre-

sce; considerando poi la maggior preda fatta dal fiume al tempo delle antiche alluvioni, si può quel calcolo diminuire di tanto, che la cronologia augusta del Petavio se n'abbia da contentare.

E della grande antichità voluta attribuire agli oggetti dell'arte prima ritrovati nelle alte ghiaie della Somma, che cosa se ne può dire? Vi furono forse quelle ghiaie portate dal mare, che fosse corso un giorno a inondare la valle, o qualche commozione della terra se le levò forse in capo colla sua violenza? Ma se vi furono un giorno imposte dalle acque del fiume, quando correva a quel così alto livello, prima che rodendo e rodendo si fosse scavata quella fossa profonda, nella quale ora corre; di quanti secoli non dee l'uomo essere antico, se vivea in quella stessa valle quando correva ancora il fiume per un alveo alto più di trenta metri sul filo, dove soglion adesso giunger l'acque in tempo delle massime piene? Da ciò è impossibile, come ognun vede, trarre alcun partito per la cronologia, se non sudano prima e paleontologi e idraulici attorno a quelle alte ghiaie, per indagare il modo come l'acque ve le potessero imporre. E perchè quello, che s'osservò da principio nella valle della Somma, s'è trovato poi in altre valli ugualmente, e perch'io intendo che dichiarando questo s'abbiano anche insieme a dichiarare al lettore altri argomenti paleontologici dedotti dalle antiche alluvioni; e perchè le dottrine, ch'io mi studierò di esporre qui più brevemente ch'io possa, s'applicheranno forse anche ad altri casi che ci occorreranno nel progresso di questi ragionamenti, io m'intratterrò alquanto a discorrere della natura dei fiumi dichiarando anche meglio, con quel che ha saputo di buono insegnarci la scienza moderna, le belle teorie idrauliche de' nostri italiani.

L'idraulica, com'ognuno sa, è scienza tutta italiana, e venne dalle condizioni di arte empirica a quella propriamente di scienza, dappoichè Galileo applicò alle acque correnti le leggi mirabili, ch'egli avea ritrovato nella caduta e negli altri moti de'gravi. Tutti, almeno di nome, conoscono i trattati celebri del Castelli e del Michelini, i primi e più principali autori che le leggi da Galileo scoperte applicarono con nuovo studio diligente e amoroso alla misura delle acque e alla direzione dei fiumi. Ma le leggi e l'ordine mirabile, secondo il quale le acque, che sembrano nell'armonia di tutte le cose le più irregolari e sfrenate, scendono giù per gli alvei assettandosi le vie e adagiando a sè quel declivio che meglio a loro conviene; quelle leggi e quell'ordine fu da principio indagato da un altro nostro italiano Domenico Guglielmini, il quale trovatosi apparecchiato, ne' libri del Castelli e del Michelini, lo studio del moto de'fiumi, ne pose egli il

primo la teoria idraulica degli alvei. In tale indagine, affatto nuova e solamente possibile a un nepote di Galileo, s'avvenne il Guglielmini in una questione che s'agitava allora tra gli studiosi della natura, in tempi che la geologia appena vagiva; se fossero cioè gli alvei opera artificiale degli uomini, o fossero le valli corrose e solcate naturalmente dall'acque correnti. E, contro la più comune opinione, insegnava il Guglielmini che se furono derivate talvolta le acque in canali scavati dall'arte, o furono dirette altrove aprendo loro la mano un varco colà dove trovavano un impedimento, erano nulladimeno in generale gli alvei opera naturale delle pioggie, che si rovinano da' monti giù nelle valli profonde. Credeva forse il Guglielmini che fossero le valli tutte incise e infossate dall'acque, e non sembra ch'ei ponesse mente a quella simmetria, alla quale hanno ora atteso gli orografi, e per cui si veggon le valli aprirsi con un certo ordine e regola maravigliosa al di quà e al di là, col filo sempre perpendicolare alla linea de' più alti dorsi e dei rilievi montani. Le moderne teorie geologiche rendono ora a noi una ragione di quell'ordine, che governa l'apparente disordine di quelle gole aperte ne' gioghi, e c'insegnano che ell'ebbero origine dalle spaccature della grave crosta terrestre, pinta su e capolevata da sobbollimenti intestini. Ci dicono anzi di più i geologi, a farci capaci dell'origine delle valli, che sotto la grave spinta si ruppe la terra a quel modo che si rompe un solido premuto dalle forze di una leva; e benchè paia il solido rompersi con disordine apparente, a chi lo guardi con poca attenzione, vi si trova nulladimeno, più attentamente osservando, un ordine di linee rette principali, da cui muovono altre linee a perpendicolo, e che, correndo tutto il solido, s'intessono in quelle maglie delle fratture più profonde e de' peli. Le crepature, in che si vede esser rotto il solido sotto il peso della macchina di compressione, sono immagine delle larghe rotture della crosta solida della terra, e alle quali noi diamo il nome di valli. Non sono dunque le valli, come il Guglielmini credeva, incise tutte dalle acque correnti, ma raccoglie ndovisi le acque insieme e correndo giù per coteste infossature ne' piani, dierono assetto alle valli stesse e quasi quel pulimento, che suol dare la lima agli oggetti formati.

Conviene ora vedere con quali leggi scendano le acque a insolcare le valli; ciò che senz'andare a scuola dagli stranieri sarà facilissimo a noi, ricercando i volumi del Michelini e del Guglielmini sulla direzione e sulla natura de' fiumi, volumi in cui trovansi descritte quelle leggi, che noi possiamo vedere avere mirabilmente il riscontro de' fatti.

Ricercando noi il modo e l'ordine, secondo il quale i fiumi corrodono e s'aprono le vie fra le crepature della crosta terrestre, non facciamo altro in conclusione che cercare il modo e l'ordine, secondo il quale un alveo è o può essere stato scavato da un fiume. Nessuno in questo nuovo studio avrebbe sospettato mai, prima del Michelini, che il volubile corso o di un torrente o di un fiume che sembra a vederlo la più perfetta immagine del disordine, potesse avere una legge certa, e che questa legge si potesse conoscere. Eppure il Michelini, nel trattato della Direzione de' fiumi, pone al Cap. XXXI questa legge: che cioè l'elevazione perpendicolare della pendenza dello stesso fiume, computata dal suo fonte stabile fino alla superficie del mare, è in tutti i tempi la medesima; legge che dette le occasioni e il principio al Guglielmini di porre quella sua teorica sulla fermezza di linea, lungo la quale un fiume scende sempre al mare con uguale pendenza. L'altezza o bassezza degli alvei, die' egli, de' quali sia stabilita la linea cadente dei fondi, dipende unicamente dagli sbocchi, il fondo dei quali dee servire per base a tutta la parte superiore del fiume infino alla sorgente; intantochè se lo sbocco s'alza o s'abbassa dal suo primo livello, tutta la nuova linea della pendenza conviene che si rilievi, e dichini parallelamente all'antica. Il rilevarsi poi dell'alveo potrebbe avvenire in alcuna delle sue sezioni superiori, quando fosse il fiume attraversato o da cateratte artificiali o da frane, che gli si versino addosso e gli chiudano il passo; e si rileverà allora l'alveo sopra la cateratta o la frana quanto n'è la misura della loro altezza, dovendosi considerare, come nuovo sbocco del fiume, il luogo da cui l'acqua casca sopra quella cateratta, o sopr'altro impedimento che la richiuda. Rompendosi al contrario una cateratta, o aprendosi per corrosione una frana, tutta la sezione superiore dell'alveo s'abbassa, pigliando dallo sbocco della sezione inferiore, regola alla sua nuova pendenza. Questo vedesi, fra tanti esempii che si potrebbero citare, essere avvenuto all'Arno, che abbassò l'alveo lasciando asciutta la fertile pianura di Figline, dappoichè fra gl'incisi massi s'aprì la via dalla parte di sopra, e trovò modo dalla parte di sotto di rompere il passo, che gli tenea chiuso intorno la Golfolina. Ma gl'idrografi e i geologi hanno a citare intorno a ciò altri fatti più insigni, come sarebbe il grande bacino del Mississipì poco sopra a dove scende e vi versa le sue acque l'Ohio, che pare evidentemente essere stato un lago rimasto all'asciutto per aver le acque correnti corrosa quella gran diga che le chiudeva, e le facea ringorgare, come i massi dell'Incisa e della Golfolina facevano ringorgare ne'laghi, di cui si vedono ancora i vestigii,

le acque che da' monti del Casentino scendevano in Arno. E prevedendo altresì quel che sarà da quel che naturalmente si vede essere avvenuto, soggiungono di più che rimarrà un tempo asciutto, come i laghi del Mississipi e del nostro piccolo Arno, il lago di Erie, da cui muove e s'alimenta il Niagara. Cotesta previsione poi è un argomento che lo scienziato trae dall'osservazione di questo fatto, che cioè cascando le acque da una cateratta, o, di qualunque origine e natura la si sia, da una serra, la corrodono per l'attrito continuo. E perchè il corrodimento è maggiore dalla parte di sopra, per la maggior foga che v'hanno costassù l'acque, le quali s'avventano con più furia e più rabbia contro chi fa prima a loro impedimento alla via; è perciò che loro effetto nel corrodere è quello di far sempre meno pendente la linea della cascata, la qual linea puntando perciò a' piedi della cateratta si viene a sempre più adagiare, facendo angoli sempre minori coll'orizzonte, per cui avviene quel che nel loro nuovo linguaggio chiamano gli scienziati arretramento delle cascate. Le acque insomma mescolate alla rena e alle pietruzze e a tutto il rimanente della loro preda violenta, fanno nelle roccie più dure l'effetto stesso che vi potrebbe fare una lima, e a questo modo si può credere esser state incise quelle gole profonde, nelle rocce più dure, come la via Mala sull'alto Reno, e i così detti cannoni del Rio Colorado, del Missuri e di altri fiumi di America.

Ma il fatto notabilissimo in simil caso, e sul quale è da richiamare principalmente la nostra attenzione, è che quella lima fluida dell'acqua seguita nel corrodere un tal filo, che pigliando il punto fermo allo sbocco si viene a piegare via via all'orizzonte, divenendo sempre nello scendere l'acqua più che mai rovinosa.

Ma quell'adagiarsi sempre più la linea o il filo dell'acqua, ha egli un limite, o seguitando a correre si potrebb' egli forse presupporre che andasse finalmente quella linea a ricongiungersi, o a declinare di pochi gradi dalla linea dell'orizzonte?

Qui noi entriamo più addentro che mai in quello studio della formazione degli alvei, al quale attese il nostro idraulico Guglielmini, e le risposte alla domanda si debbon perciò chiedere a lui. Egli infatti, trattando nel Cap. V. delle profondità, delle larghezze e del declivio de' fiumi, viene a così fatta conclusione: che cioè tanto i fondi quanto le larghezze de' fiumi sono determinate dalla natura, e vuol dire che la natura esige, per certe leggi, d'avere una tal larghezza, una tale pendenza e una tale profondità, dipendenti dalle condizioni degli alvei e del suolo, dentro al quale sono i fiumi stessi scavati; dalla

misura e velocità dell'acque correnti e dalle qualità delle materie menate con esse; la qual pendenza e lunghezza, finchè non se l'abbia il fiume acquistata o per via delle scavazioni o degli interrimenti, non sarà mai ferma ma potrà sempre crescere o diminuire, divenendo gli alvei, secondo che bisogna, o più larghi o più stretti o più rilevati o più fondi. Ma così le scavazioni come gl'interrimenti dipendono dalla velocità del fiume, il quale non può seguitare a mordere e menar via la materia corrosa se non fino a tanto che la furia della sua violenza non trovi un resistente, che o l'allievolisce o la fiacca; e perciò la corrosione ha un limite e la linea del declivio seguita a piegarsi tanto verso l'orizzonte, quanto ella sia giunta pure alla fine a ritrovare la sua naturale adiacenza. Quando poi il fiume è giunto a tale, che il fondo nè più si scava nè rileva, nè si restringe nè si rallarga, si dice allora che l'alveo ha preso fermezza di regola, o che si è stabilito. Ammesso perciò che si mantengano sempre di ugual natura e resistenza le rocce o petrose o terrose sopra le quali e dentro alle quali è scavato l'alveo da un fiume, e ammesso di più che si continui sempre uguale la quantità annuale dell'acqua e perciò la velocità media colla quale l'acqua stessa scende e si versa o nel mare o in un lago o in altro fiume; è ammessa altresì invariabilmente la sempre uguale pendenza e profondità dell'alveo per modo, che se ne potrebbe conoscere solo quelle due condizioni, e senz'altre particolarità, divisar le misure.

Se si potesse intanto, come di altri fatti naturali, pigliare anche di questo esperienza, e fosse così facile opera a noi com'è immaginaria, il colmare di fango o d'altra materia il fondo a una valle, si vedrebbero allora l'acque solcar quel fango e rodere quella materia tanto, quanto elle giungano a ritrovare il fondo dell'alveo antico, e tornare in su quell'orme che avean prima seguate. Ma quel ch'è difficile, e anzi affatto impossibile alle scarse forze dell'arte, è facilissimo talvolta alle posse prepotenti della natura, la quale par giusto che nella valle di Brühl presso il Reno volesse quasi maestra nell'arte stessa sperimentale darci l'esperienza visibile di quelle teorie idrauliche. Il lago di Laach, a quel che ha potuto intendervi l'osservatore geologo, per focosi sobbollimenti intestini riversò, un tempo fa, tutto intorno a sè tanto fango, che la valle di Brühl se n'ebbe tutta a colmare. Ma posato ch'ei si fu da quelle furie, tornando da adusto cratere vulcanico ad essere nuovamente lago, l'acque che da lui prime scendevano al Reno ripresero il loro corso, e solcando quel fango tanto vi s'infossarono dentro, che giunsero pure alla fine ad aver pace

adagiandosi placide sul letto antico, mostrando avvenir così in effetto quel che avrebbe la teoria da se medesima indovinato.

Essendo questa dunque la legge, secondo la quale si scavano gli alvei dei fiumi, mettiamoci a risalire a que' primi tempi geologici, in cui le intestine forze de' fuochi sotterranei sollevarono questi continenti, rompendo alla terra dura la crosta, e disegnando in quelle fratture, come si disse, i rilievi montagnosi e le valli. In ognuna di quelle infossature o crepacci o valli s' incominciarono a raccogliere d'ogni parte all'intorno e a correrci dentro l'acque piovenți, dando così principio a un fiume per ciascuna infossatura o crepaccio, che avrebbe poi preso la forma propria di valle come le acque stesse si fossero assettate il letto, secondo l'ordine e le leggi idrauliche divisate.

Seguendo dunque l'ordine di queste leggi non si saranno rimaste l'acque di tanto corrodere il fondo e le sponde, in quelle nuove vallate aperte ne' fianchi del monte, infino a tanto che non s' avessero stabilito la linea della cadenza, e apertosi l' alveo tanto al largo che fosse capace di ricettare la piena. E come nel solcare le cateratte o le serre la linea della pendenza condotta dal loro piede su alla cresta va sempre via più adagiandosi sull'orizzonte, ritenendo pure la sua prima lunghezza per cui s'arretrano le cascate come si disse; così la linea della cadenza del nuovo fiume, ch'è in assettarsi l' alveo nuovo giù per la nuova valle, movendo dallo sbocco viene sempre più ad adagiarsi sull' orizzonte, e il fiume nella parte sua superiore perciò s'infossa più che nella parte inferiore, e va addentro a rodere il seno della montagna, d'onde la valle muove, per un arretramento simile a quello delle cascate, operato da simigliante e si potrebbe anzi dire dalla stessa cagione. Ed è giusto per un tale arretramento che si vedono le valli prendere quella loro forma conica o piramidale, il cui vertice risponde allo sbocco, e la base alle coste del monte, benchè possa parere altrimenti all'occhio illuso del riguardante. Tale infatti cioè un triangolo colla base alla sorgente e il vertice allo sbocco è la sezione teorica o la proiezione orizzontale dell'alveo di un fiume. Che se a questa figura particolare, che si vedono avere tutte le valli, avessero atteso gl'idraulici e l'avessero riguardata in relazione colla figura triangolare dell'alveo di ogni fiume che dentro vi corre, non si sarebbero trattenuti a disputar come fecero con tanto ardore sull'origine e sulla natura di quella forza che prima le incise. Che tale poi cioè triangolare sia veramente la figura degli alvei non parrà cosa strana e incredibile a nessun che abbia varcato un fiume alla sua sorgente, e ne sia andato seguitando l'orme infin verso la foce, avendo

potuto osservare per se medesimo quanto largamente si spanda l'alveo sassoso all'origine non segnato ancora da alcun ritegno di rive che gli si vedranno poi rilevare da' lati come più gli sieno ingrossate l'acque o per i confluenti o per nuovo zampillare di vene. E si comprende ch'è così appunto, perchè così appunto dev'essere, avendo l'acque quanto più si volgono in copia unite insieme tanto maggior potenza di scavare, e di trovare nel fondo quella capacità di ricetto, che prima cercavano al largo, andando povere e disunite. Ciò è poi confermato anche meglio dagli idraulici, i quali hanno trovato essere così in effetto co' numeri e colle misure, come l'osservazione mostra e il discorso. Eustachio Manfredi nelle annotazioni al libro del Guglielmini, a mostrare che i fatti osservati rispondono alle teorie esposte nel capitolo nono, reca le misure della larghezza del Po, prima e dopo che vi scenda il Ticino, e trova che l'alveo del gran fiume italiano si restringe dalla parte di sotto allo sbocco, e ne conclude perciò in generale che, crescendo sempre più l'acqua a ogni fiume, va il fiume stesso a correre giù al mare in un alveo sempre più stretto, per cui i due lati delle ripe riescono a prendere teoricamente, come si disse, quella figura di triangolo isoscele segato al vertice, o di trapezioide, di cui la minor base risponde alla foce.

Per queste teorie, che sono così chiaramente insegnate ne' vecchi libri de'nostri idraulici italiani, s'intende come abbassandosi gli alvei nelle parti loro superiori, abbian potuto, i fiumi come la Somma, lasciare il loro imposting a un livello alto di parecchi metri sopra quello a cui si vedono l'acque scorrere a'nostri giorni; ond'è che colui il quale abbia uso di que'libri, si maraviglia che dimenticati que' così facili e così razionali insegnamenti, si sien trovati in impaccio i geologi italiani in ripensare alle ragioni del fatto naturale delle ghiaie nell'alte valli, e siensi lasciati aggirare al Blackwood e ad altri stranieri, che introdussero le violenti posse del mare inondatore, e gli sconvolgimenti de' terremoti. Ma il vero si è che le acque dei nuovi fiumi, tenendo fermo il punto della foce arretrano sempre l'alveo verso la sorgente, finchè le non se l'abbiano assettato tale che convenga alla loro velocità e alla copia; e può essere talvolta la linea regolatrice retta dalla foce alla sorgente, e tal'altra anche, come quando s'attraversi all'alveo qualche chiusa, spezzata, in modo che allora la linea della cadenza si misura per parti, dalla foce a piè della chiusa, e dalla cresta della chiusa alle sorgenti. Nel primo caso, della linea retta, essendo allora la valle aperta e l'alveo sgombro, l'imposting è abbandonato dall'acque su'pendii della valle con quell'ordine che si vede

essere serbato da tutti i fiumi nelle loro piene, deponendo cioè il fango verso le ripe dove l'acque per l'attrito si muovono più lente, e le ghiaie pesanti verso il mezzo dove l'acqua si volge assai più veloce. Ond'è che scavandosi sempre più l'alveo per l'arretramento, e seguitando la vicenda delle piene e delle magre, verranno così a soprapporsi i nuovi impostimi del fango agli antichi delle ghiaie con quell'ordine e quella discrezione che il Lubbock nel suo libro dei *Tempi preistorici* così bene disegna e descrive. Ma nell'altro caso che l'alveo sia interrotto e chiuso da cateratte, le quali facciano ringorgar l'acqua che viene, l'impostime allora è quello proprio delle allagagioni, più fangoso cioè che ghiaroso, e i pendii della valle rimangono allora coperti, come la valle dell'Arno, di quei massicci depositi di fango, quando, per l'arretrarsi continuo della cateratta corrosa, lasci l'allagagione stessa asciutto il bacino. Le alte ghiaie insomma e i depositi fluviali sono un fatto così naturale e così proprio alla costruzione degli alvei, che non dovrebbe oramai far più alcuna maraviglia il ritrovar quelle ghiaie, com'hanno fatto i geologi, in tutte le valli antiche per dove hanno sorso e scorrono i fiumi.

Ma la presente questione era intorno all'età di quei depositi fangosi, e di quelle ghiaie fra le quali sono stati ritrovati avanzi delle antiche arti ed industrie; e io ho voluto perciò prima indagare di quei depositi l'origine, con intenzione di giovarmene a quello ch'è il soggetto proprio del mio ragionare. Da quello infatti che s'è discorso fin qui, può concludersi, rispetto all'età in che vennero imposte quelle alte ghiaie e quei fanghi sul pendio delle valli, che dovettero quegli impostimi essere lasciati dall'acque come prima incominciarono queste a stabilirsi l'alveo nelle rottare della crosta terrestre, e che debbon perciò in ogni modo essere posteriori quei depositi di fango al sollevamento de' continenti attuali, e, secondo si crede, a quell'antica età della terra che si chiama glaciale. Dobbiamo anzi osservare che la forma propria delle valli, e quel quasi pulimento di lima, al quale le si vedono esser ridotte, non si debbono propriamente all'acque pluviali, ma a un'altra forza ben più prepotente, e di cui possiamo ora noi averne appena un'idea, alla forza delle attrizioni, degli stritolamenti e delle pressioni degli antichi ghiacciai. Nè perchè io abbia ritrovato la ragione di quelle forme vallive nelle leggi degli alvei e delle acque fluenti, debbo ritrattare in nulla il già detto, sostituendo all'acque l'opera de' ghiacciai, imperocchè è dimostrato che si muovono i ghiacciai non con altre leggi di quelle che si muovono i fiumi, e non sono anzi altrimenti riguardati ora da geologi, che come

fiumi più lentamente sì, ma non meno efficacemente correnti. E perciò i ghiacciai, come le acque, si stabiliscono l'alveo adagiandosi a quella pendenza ch'è conveniente alla quantità del ghiaccio e alla qualità del terreno: come l'acque, rodendo anch'essi si arretrano e s'insenano altresì nella costa del monte, dando quella forma piramidale alla valle, che si disse di sopra discorrendo dell'acque, perchè, come all'acque le ripe, si restringono altresì al ghiacciaio gli orli convergendo sempre più verso lo shocco, e disegnandone in trapezioide la superficie. Intantochè facendo noi assettare le valli a' ghiacci piuttosto che all'acque, niente abbiamo da aggiungere di nuovo alle teorie idrauliche di sopra divisate, se non che i ghiacci faranno colla loro possa l'opera in più breve tempo e più perfetta. Io mi maraviglio perciò che tanti lunghi anni abbiano attribuito i geologi all'età degli alvei de' fiumi, quasi fosse dalla natura lasciato il fatto all'opera sola dell'acque correnti. Certo che se la Somma ad esempio avesse sempre menate l'acque che la mena ora al presente, le sarebbero bisognati a scavarsi l'alveo anni innumerevoli, e da anni innumerevoli dovrebber'essere state imposte sull'alto delle valli quelle ghiaie e quei fanghi, dentro a cui si trovarono le più vetuste reliquie dell'arte. Ma la lima poderosa de'ghiacciai è bene altra cosa da quella dell'acque correnti: ond'è che un anno è sufficiente forse a un ghiacciaio per operar quello che non sarebbe all'acque bastato più di un secolo intero. Che poi tutte le valli sien formate da' ghiacciai e non dall'acque, ne convengono ora tutti i geologi, e perciò a' ghiacci e non all'acque si debbono per la maggior parte quei fanghi e quelle ghiaie imposte in alto sui pendii delle valli, e' che tanto fecero dubitare i saggi. A' ghiacciai e alle loro morene si debbono que'laghi antichi, de'quali quasi ogni fiume, badandoci meglio di quel che non siasi fatto fin qui, hanno lasciato i vestigii; laghi che poi rimasti all'asciutto, quando il ghiaccio andò tutto in acqua e l'acqua rose o rovesciò gli impedimenti, lasciarono naturalmente i loro impostini in fin lassù dove aggiungevano le acque ringorgate e stagnanti. La prima cosa perciò che converrebbe fare a' paleontologi, i quali hanno ritrovato le reliquie dell'arte nelle antiche alluvioni, sarebbe quella di discernere prima bene se sieno le materie state deposte o dall'acque o da' ghiacci, ciò che la forma e il modo de'loro ammassi, la figura che o nel rotolare libere o nell'arrotarsi premute hanno preso le ghiaie, e lo sceveramento o il rimescolio delle roree travolte ora alla destra ora alla sinistra mano delle ripe, potranno essere, come sono di fatto, criterio sufficiente. Io dubito perciò se sia sempre tanta diligenza usata da chi scavò addentro a quei

fanghi, sotto a' quali si seppelli l'uomo antico colle sue selci di pietra e co' suoi coltelli; e se i fanghi stessi e l'uomo abbiano poi quella così lontana antichità, nel pensier della quale affissandosi par che la mente impaurita e sopraffatta vacilli. In ogni modo non è nè può essere quell'uomo, che abitò le valli della Somma o di qualunque altro fiume, più antico di quel che siasi il tempo in che s'immagina gran parte della terra esser rimasta assiderata nel ghiaccio: e tutti i computi perciò accennati da noi di sopra si riducono a quello celebre, e intorno a cui s'affannano tanto i geologi, del periodo glaciale. Noi ne terremo appresso più lungo discorso, ma si può intanto accennare ch'essendo l'età de' ghiacciai così indeterminata da farla alcuni risalire a' tempi antichissimi, e altri invece discendere a' tempi che si posson benissimo convenire colle cronologie più comuni; perciò gli argomenti dei Lyell e degli altri geologi non hanno maggior valore di prove, per l'antichità dell'uomo, di quel che s'abbiano le prove di coloro che si tengon fermi alle cronologie della Genesi. Aggiungasi anche di più che se le reliquie dell'arti antiche si trovano rimescolate a' fanghi e alle ghiaie de' fiumi, piuttosto che al detrito de' ghiacci, sarà indizio certissimo questo che l'uomo è più recente del periodo glaciale, dovendo naturalmente le acque fluenti succedere all'opera de' ghiacciai poderosi.

Nè meno incerti, perchè non hanno il loro fondamento sulla natura delle cose, sembrano a me que' computi che si vollero dedurre dal tempo bisognato a deporre que' grandi ammassi di fango ne' delta de' fiumi. Già di questa fallacia, che si trova in tutti i nuovi calcoli cronologici, si fece cenno di sopra, e ora che abbiamo riconosciuta l'origine delle valli e la ragione del loro fermare la linea della pendenza i fiumi, possiamo anche meglio confermare quel che si disse allora da noi. Se vera è l'ipotesi del Bischoff che cioè si sieno sollevati i continenti per una fermentazione delle rocce, a quel modo che le piccole zolle della calce viva idratandosi sollevano l'intonaco nelle sbullettature de' muri; le rocce stesse alla superficie della terra dovettero essere a principio sgretolate, e minutamente divise. S'aggiunga poi l'opera del disgelo e di quell'umidità, di ch'era pregna, secondo la più probabile opinione de' geologi, l'atmosfera di allora; e si vedrà che dovevan l'acque correnti trovar tanto maggior preda da menare in que' tempi, quanta maggior che nelle altre stagioni ne trovano ora l'acque ne' campi arati alle stagioni autunnali. Come dunque si direbbero fallaci i calcoli di un ingegnere, il quale dalla misura del fango deposto da un fiume nel mese di novembre, ne volesse argo-

mentare a quello deposto dallo stesso fiume nel mese di maggio, quando la terra coltivabile è assodata tutta e trattenuta dall'erbe e dalle barbe delle piante novelle; così fallaci debbon essere i calcoli del Lyell e dell'Horner, i quali da quel che impongono ora il Mississipì e il Nilo, vogliono argomentare a quello che dovevano imporre quando avean ridotte i ghiacciai le rocce di già fermentate in minuti frantumi di sottilissime arene. Quel che impongono ora i fiumi in un secolo potevano allora imporlo in un anno, e si direbbe anzi che dovevano imporlo, se poniam mente a que' ridossi di fango e di ghiaccio, in che a modo di anfiteatro digradano dall'alto giù verso il letto della fiumana le valli. Cotesti ridossi o terrazzi, come ora si chiamano, furono deposti dalla fiumana non a poco per volta, ma a un solo succedersi repentino di una magra a una piena violenta, come vedesi in piccolo nei rigagnoli de' nostri campi, i quali lasciano per risiedo e formano per erosione sempre un piccolo terrazzo verso le loro piccole sponde, quando dimagrano a un tratto dopo essere venuti giù torbidi e rovinosi a un acquazzone di estate. I grandi terrazzi dunque in che si vedono ingradare le valli, fanno sicuro indizio che a que' primi tempi i fiumi correvano a un tratto torbidi e rovinosi, o per lo sciogliersi un ghiacciaio che rompa con violenza i ripari, o per rovesciarsi i vapori acquosi dell'aria in repentini diluvii. Facciano ora il computo i geologi, dal tempo che poteva bisognare a un fiume per imporre un delta da quel brevissimo che gli bisognò a imporre tutto intero un terrazzo, e vedranno che i lunghissimi anni calcolati dal Lyell e da' suoi settatori si possono anche ridurre a così brevi, che non trovi spazio da capirvi dentro la stessa augusta cronologia del Petavio.

Le difficoltà dunque che fanno i paleontologi alla Bibbia argomentando dalle reliquie, ritrovate nelle alluvioni antiche, l'antica origine dell'uomo, non son quelle che mi danno pensiero; e perciò è da proseguire ancora il nostro tema, e vedere se più paurose di queste possan essere le argomentazioni, che contro la cronologia mosaica si sono scavate cogli ossami delle grotte sui monti, e co' bronzi ritrovati sotto alle palizzate nelle antiche paludi.

III.

Le grotte ossifere, già lo accennammo di sopra, furono una di quelle scoperte di che maggiormente s'applaude la paleontologia, e se fu con certezza fermato l'ordine secondo il quale si successero i

tempi preistorici, si dee principalmente a quella scoperta. Uno degl'indizii, e s'accennò anche di questo più sopra, ch'è scorta a' nuovi computi cronologici dedotti da quegli ossami scavati, è quello degli avanzi delle belve che mescolarono in un cimitero l'ossa con quelle degli uomini, e sono principalmente quelle belve l'elefante antico o mammouth, il rinoceronte lanuto o ticorino e la renna. Essendo ora tutte queste specie di animali o spente o emigrate, e i loro costumi e le loro forme stesse accennando a remotissimi tempi, varii di cultura e di clima sotto a cui solamente potevano vivere; se ne inferisce che tanto antico quant'esse dovess' esser dunque l'uomo ch' ebbe sotto un cielo comune la culla, e sotto una stessa terra la sepoltura. La conclusione a dir vero parrebbe logica, e dovrebbe consentire in essa ogni mente, quando però si potesse assicurarla che quel trovarsi insieme commiste le reliquie della morte fosse argomento certo dell'avere avuta coeva la vita; quando si dimostrasse per fatto indubitabile che non lasciarono quelle belve nemmen esule e fuggitiva, su quella terra divenuta a loro matrigna, una sterile discendenza. Questo ora è quello che m'ha dato occasione più volte di dubitare, e bisogna perciò ch'io apra i miei dubbii al lettore.

E prima è da domandare e intendere il modo come potessero quell'ossa lasciate ivi da belve di così varia specie e differente natura trovarsi insieme rimescolate coll'ossa e le altre spoglie dell'uomo. Dicono che quegli avanzi della morte furono lasciati ivi da quelle belve perchè vi trovarono un rifugio alle intemperie delle stagioni, e un ricovero alle infermità e alla vecchiaia. E se vi si ritrovano le spoglie di animali di specie e d'indole differente, si dee creder, dicono, che in quelle dimore succedesse una nuova famiglia di animali, come la prima, per essere emigrata o spenta in que' contorni, la lasciò sgombra. Così agli orsi fu possibile che succedessero le iene e alle iene gli uomini selvaggi, e lasciando così tutti quegli abitanti i vestigii della vita riparata là dentro e de' loro costumi, s'intende bene, dicono, come si possano all'ossa delle iene trovar mescolate quelle degli orsi, e colle impressioni dell'arte, confuse le incisioni de' denti ferini. A me è sembrata sempre questa ipotesi, che pure è fra gli scienziati la più comune, un po' incerta per quel che concerne le belve; ma per quel che concerne l'uomo strana e incredibile. Perch'è un fatto che così il fanciullo come l'uomo rozzo e il selvaggio sentono ribrezzo e orrore a entrare in uno di quegli antri bui, che gli s' appresentano all'immaginazione come il regno proprio delle fantasime e della morte. Ma perciocchè da un'altra parte è un fatto che vi sono

stati e vi son tuttavia trogloditi o abitatori delle grotte; a intender meglio quel ch'io sarò per concludere contro l'opinione comune, giova intrattenerci un poco a divisare l'origine varia e le forme e le condizioni di quegli spechi, e veder quali fossero potuti scegliere a loro albergo dagli uomini.

E prima di tutto io distinguerò due ordini principali di queste interiori cavità della terra, che hanno alla superficie del suolo una rinscita. Il prim'ordine è di quelle che s'aprono ne' terreni sedimentari, il secondo ne' vulcanici. I terreni sedimentari, come si sa, compartono talvolta gli strati in petrosi e compatti, e in terrosi e trasportabili, intantochè quando per le intestine forze vengono sollevati e si rompono, il vano della rottura e' ampliato dall'acque, le quali rodendo le rocce dure e portandosene lo strato terroso escono fuori lasciando vuoto il luogo di se, e di tutto quel che menavano preso o per aperta forza meccanica o per occulta e insidiosa virtù di chimico effetto. In tal modo appunto credesi aver avuto origine quella celebre caverna del Derbyshire ch'è volgarmente nota sotto il nome di Buco del Diavolo, e di quel che poteron le acque è un vestigio quel ruscello, che tuttavia si frange e spumeggia orgoglioso tra le fessure della roccia compatta, e gli strati fragili della creta. Tale altra volta poi il vano s'apre tra due rocce compatte, le quali o si ruppero o si disgiunsero ne' loro anticlinali, o si rucciolarono o rimasero a ponte. Tale è verosimilmente l'origine del Buco dell'Orso sul lago di Como, e di tante altre grotte che s'apron su per le nostre prealpi, dentro allo strato calcare.

Ne' terreni vulcanici hanno origine le caverne dal rassodarsi delle liquide lave eruttate, e secondo che si rassodarono quelle lave o raffreddandosi lentamente all'aria o repentinamente sotto l'acque del mare, lasciano dentro sè aperti que' vani che si rassomigliano, ora a una bolla, ora a una galleria, e ora a un edifizio che paia emulare il disegno e gli ornamenti più squisiti dell'arte. S'immagini un ruscello di lava, che scenda giù dal cono vulcanico di eruzione. La superficie di quel ruscello, come quella di qualsivoglia altro liquido in cui le forze attrattive interne prevalgano sulle superficiali, non è piana ma curva e raffreddasi per irraggiamento, scoperta com'è all'aria. Ma mentre che la crosta esterna si invetra e rassoda, difende dal raffreddamento la lava sottoposta, la quale fluisce liquida sotto alla crosta rappresa, come l'acqua sotto l'arco di un ponte, il quale, com'è passata la lava e il fiume lavoso non vien più, rimane a cavalier del vano rimasto quasi sella sotto a cui sia fuggito il cavallo.

Tale è l'origine certa di tutte quelle grotte, che si vedono sui monti dove ha vomitato un vulcano, e tale origine e forma vedesi avere avuto quel burrone profondo, ch'è ora via di andare da Zafferana nella Valle del Bove sull' Etna, prima che per manco di equilibrio e di consistenza rovinasse la volta che la copriva. Avviene talora che la corrente di lava infocata vada a raffreddarsi repentinamente sotto l'acqua marina, e allora si screpola, rimasta irrigidita, e si fende tutta in forma quasi regolare di prisma dando quell'aspetto proprio alla lava, che ha perciò anche un nome proprio, e si chiama basalte. Tale origine ha evidentemente avuto in Sicilia la grotta delle Palumbe, che vedesi aperta in quel torrente di lava, sceso giù dall' Etna verso Aci Reale, e che venuto a raffreddarsi sotto l'acqua marina si screpolò in colonne bellissime di basalte. La grotta delle Palumbe fu detto benissimo essere un modello di quella celebre di Fingal, la quale si crede avere avuto la medesima origine. Notabile però è questa differenza, che le lave basaltiche, dentro alle quali è aperta quella caverna nell'isola di Staffa sono eruttate sotto l'acqua del mare, il che può conferire a dare a' basalti precisione di forma e regolarità di disegno a tutta intera la grotta. Nel sospingersi in alto la lava sottomarina s'inietta colà dove il terreno le dà più facile la via, come un metallo fuso corre dentro al vano rimasto fra la matrice e la forma. E a quel modo che portando via il nucleo della forma l'oggetto formato in essa rimane incavato, così l'acque portando via la materia terrosa rimasta presa dentro alle lave, quando s'iniettarono nelle roccie soprapposte, le lasciarono vuote a quel modo e informate, com'è avvenuto giusto a quelle lave basaltiche, dentro alle quali è aperta la grotta di Fingal.

Ma oltre a questi due ordini principali di grotte, intorno alle quali ha esercitato il geologo la sua speculazione, n'è un altro più modesto, e che se non ha tanto richiamato a sè l'ammirazione dei curiosi e lo studio de' dotti, è nulladimeno al proposito nostro più importante degli altri. Dico di quegli antri e di quelli specchi che non si profondano tanto addentro nella roccia dura incavata, e che si trovano aperti o lungo i lidi marini o a piè de' terrazzi fluviali. Per vedere come cotesti antri abbiano avuto origine non ci bisogna la luce della speculazione, ma basta quella sola degli occhi, per lo sguardo de' quali facilmente s'intende che vi furono quegli specchi incavati dall'onde, come gli scava ora il mare tra Siracusa e Catania, e dai morsi secchi delle arene avventate. Alle arene anzi, piuttosto che all' acqua, si debbono quegli incavi che vedonsi fatti nelle

rocce più dure, perchè, come il Tilgman ha dimostrato colle sue belle esperienze, i minuti granellini quarzosi menati con furia dal vento, e che così facile rodon l'acciaio e il corindone e lo stesso diamante, trovano poi rintuzzata la punta delle lóro offese nelle materie cedevoli e molli.

Ripensiamo ora un poco quali di questi varii ricoveri offerti dalla natura potesser' essere scelti per loro stanza dagli uomini. Ho detto e lo ripeto qui se bisogna, che quelle profondità paurose scavate negli strati sedimentarii non mi sembrano molto accomodate nè al genio dell'uomo selvaggio, nè alla sua salute, nè a' suoi qualunque e' si potesser' essere domestici usi, essendo naturalmente quelle grotte umide e buie, ricovero di animali, che se non offendono colla forza aperta, offendono coll'insidie, male atte a esalare il fumo de' fochi, carcere mal sofferta di venti e ricetto a velenose esalazioni. Le grotte vulcaniche, perchè per lo meno più asciutte, sembrano assai più adatte a porgere un pio asilo all'uomo randagio, ma la forma loro, l'essere poco riparate e da più lati aperte a' venti, alle pioggie e ai torrenti, e il terreno sterile e arsiccio e l'ire nelle quali si desta o minaccia continuo di ridestarsi il vulcano vicino, hanno trattenuto sempre da sè l'uomo lontano, non essendovisi ritrovato mai colà dentro, di lui, o raramente un vestigio. Ma quell'altre grotte che si aprono lungo gli antichi lidi de' mari, e a piè de' terrazzi son quelle che hanno, a considerarle bene, tutte le condizioni più favorevoli a porgere all'uomo un refugio, essendo poste lungo i corsi dell'acqua per cui facili sono i commerci, essendo per lo più asciutte e riparate, e non profondandosi tanto addentro nel fantastico buio indefinito di quegli antri, dove il selvaggio immagina che abbian loro sede le streghe, e loro inferno gli spiriti maledetti. Questo poi ch' io dico di quelle grotte abitabili, fa riscontro con quel che ne pensano ora i geologi più assennati, e che sarà appresso da noi dimostrato con altri argomenti; che cioè gli uomini incominciassero ad abitare la terra, dappoichè le valli s'ingradarono de'terrazzi. È altresì questo confermato da' fatti, perchè durarono veramente quelle grotte ad essere abitazione dell'uomo infino a' tempi storici; e anzi, mentre delle caverne scavate ne' terreni sedimentari non può dirsi che fossero abitazione dell'uomo altro che per induzioni; per queste può dirsi invece che ne hanno presa e ne prendono tuttavia esperienza gli occhi nostri. Quei Tibbu infatti che furono ora trovati abitare le caverne aperte nelle valli de' monti di Tibesti, si vollero riconoscere per quegli etiopi troglòditi, di cui parla Erodoto; e i troglòditi ita-

liani abitanti tuttavia in Sicilia nella Città di Modica sono i discendenti di coloro che abitarono le antiche grotte sicane, tra le quali è celebre quella di S. Ciro vicino a Palermo. È un fatto perciò che se veri troglodíti ci furono al mondo, de' quali non ci possa aver dubbio, son quelli abitatori delle grotte scavate dall'onde e dalle arene lungo i lidi del mare, e ne' terrazzi imposti da' grandi fiumi. Ma non son queste però le grotte, delle quali facciau conto i paleontologi ai loro computi cronologici, e non senza ragione, perchè persuasi oramai che dee l'uomo essere in ogni modo più antico assai di quel che non si fosse fin qui creduto, le grotte che sappiamo propriamente essere state abitate dagli uomini non porgono alcun valido argomento a provare quel loro assunto, e perciò insistono in su quelle caverne ossifere, dentro alle quali ha riposto la loro fantasia, come cose vere, e i letti e le mense di quelle antiche belve umane, e le studiose officine, e i domestici focolari. Ma io ripeto ancora parermi affatto incredibile che potess' essere abitazione dell'uomo quel ch'è credibile appena che fosse eletto a suo covo dall'iena e dall'orso. Eppure ci sono, soggiungeranno, i segni evidenti che attestano avere avuto là dentro un tempo l'uomo la sua antica dimora. In che modo possono essere rimasti là dentro sepolti gli avanzi dell'ossa e delle stoviglie e de' carboni e degl' innumerevoli oggetti che v' ha trovato dentro nascosti la paleontologia, se l'uomo stesso portandoveli non ve gli ha all'ultimo lasciati o dopo la sua morte o dopo l'esilio? Si rispose per verità da qualcuno che vi furono colesti oggetti travolti e menati dentro dalle acque correnti, ma si levarono contro costui i paleontologi quasi tutti, i quali vollero dire cotesto essere in ogni modo contrario all' osservazione de' fatti. Io farò nonostante prima una distinzione fra gli ossami delle belve e le reliquie dell'uomo, e dico, quanto alle belve, che vi dovettero quell' ossa essere rimaste in alcune caverne per avervi veramente avuta la tana e il sepolcro, ma in altre vi dovettero in ogni modo esser menate dall'acque. Vi furono senza alcun dubbio lasciate in quelle caverne le ossa, dove si trovarono così massicce, che ben disse l'illustre Stoppani che se furon portate di fuori ne dovett' essere ingombra tutta la superficie terrestre, tanto più che vedonsi tutti appartenere a una specie gli ossami degli strati inferiori, e a un'altra quegli de' superiori, rivelando così il manifesto succedersi di una generazione di ospiti, che sopravvenne e visse su quella prima o morta o emigrata. Ma in altre caverne simili le ossa delle belve vi dovetter' essere trasportate dall'acque, perchè si vedono rimescolate insieme ossa di

animali così di specie diverse, come d'indole e di costumi: ruminanti con carnivori, orsi feroci e iene rabbiose, e timide renne. Che se avessero potuto convivere insieme, si sarebbe per essi avverato quel detto profetico che andrebbero i lupi a un pascolo con gli agnelli. Questo poi ch'io dico essere avvenuto dell'ossa di alcune belve, lo dico in generale di tutti gli oggetti preistorici dell'uomo: dico cioè che non vi furono lasciati come vestigio di abituale dimora ma trasportati repentinamente dalle furie dell'aeque diluviali. Di questo ne sarebbe poi un primo indizio il trovarvi l'ossa umane rare e disperse, e i cocci delle stoviglie fragili tutti in frantumi. Che in quelle grotte dove gli ossami s'ammassano così da quasi emulare una formazione geologica di piccola superficie, si dica dovere avere abitato un tempo le fiere che o vecchie o ferite vi cercarono un letto di morte, ne abbiamo noi di già convenuto; ma come convenire che v'avesse potuto abitar l'uomo, colà dentro rifugiato a consolare le penose agonie, se come la paleontologia lo attesta non vi si trovano se non che scarsamente l'ossa sepolte? Se rimasero colà dentro intorno a' poveri focolari le rozze stoviglie, com'è che non ne restasse una intera? Come può intendersi quello scompiglio, e quel rimescolamento di oggetti appartenuti agli usi dell'uomo, fra' quali pure si trovano commiste anche l'ossa? E per venire a'fatti particolari, come possono le ossa umane e gli altri oggetti preistorici esser venuti a riempire nella Liguria la grotta di Verezzi? Dire che ve gli hanno lasciati dentro gli uomini che v'abitarono, non par credibile a chi ha vedute le forme e le posture e l'ampiezza di quello speco inospitale. Ond'è che dovettero convenire i paleontologi stessi, esservi state quell'ossa travolte da'torrenti che scendono giù da'dirupi della Capra Zoppa. Ma non dicono di aver trovato in cotesti seni riposti, oltre agli oggetti preistorici, altri oggetti eziandio che appartengono all'industria moderna? Non ne trovò di questi il Bellucci nella grotta del Capraio vicino a Narni? non ne trovò lo Scarabelli nella grotta di Tiberio fra Imola e Faenza? e nelle grotte dell'appennino reggiano non ne trovarono il Cherici e il Mantovani? Se que' cocci rozzi e malcotti furono lasciati dall'uomo che v'abitava, vi furono dunque anche lasciate quelle statuette di bronzo che si rinvennero negli strati superiori della grotta di Tiberio secondo le relazioni dello Scarabelli? O s'abitavano dunque le grotte anche da cittadini romani? Che s'è pur forza dire che gli oggetti dell'industria moderna vi furono colà trasportati d'altronde e non lasciati ivi da'loro abitanti, perchè non dovrà poter dirsi eziandio questo degli oggetti rozzi preistorici? E in

quale altro modo può intendersi che vi fossero colà trasportati se non che dalle furie dell'acque diluviali?

Farà forse difficoltà a qualcuno a pensare che si possano travolgere dall'acque alcuni oggetti così pesanti, senza alcun segno di quell'arrotamento ch'è carattere così proprio delle ghiaie de'fiumi. A che io rispondo che i più di quegli oggetti non furono menati dall'acque molto dalla lontana, ma da quei luoghi circonvicini, ne'quali abitava l'uomo sotto i ripari ch'egli stesso s'avea già fabbricato con arte per lo più lungo i fiumi, e ne'più lidati seni delle valli. Quanto alla possa poi dell'acque diluviali, io non citerò le ipotesi con le quali spiegavano com' avessero avuto origine i terreni erratici il De Buch e il Sausurre, secondo i quali le acque de' gran diluvi si sarebbero levato in collo e fatti varcare monti e mari a massi smisurati senza che rimanessero perciò nè offesi d'un graffio nè manchi di un bocconcello; ma rammenterò l'osservazione fatta da un celebre nostro idraulico il Grandi, il quale a provare che le acque possono menar sospese con sè le materie le più pesanti, mostrava le chiuse de' fiumi sopra le quali fa varcare talvolta la corrente i sassi più grossi. Per quel che poi riguarda le ossa, un' altra ragione del trovarle così intatte può esser forse quella del galleggiar del cadavere, il quale o si disfece presso o dentro alla caverna. Dalle acque pure è verisimile che vi fossero trasportate le ceneri e i carboni, che non sempre saranno state l'avanzo de' focolari, ma talvolta il residuo d'incendi naturali. Così, più che verisimile, sembra evidente dover essere stati trasportati dalle acque i carboni che trovò il Gastaldi nella caverna ossifera di Bossea, presso a Mondovì, nella valle della Corsaglia, e quell' ammasso di ceneri che trovò nella grotta del Capraio il Bellucci. Se, a quel che infatti ne congettura il Bellucci stesso, v' ebbe l'uomo così breve la sua dimora, come vi si poterono dentro accumulare le ceneri alte per ben venticinque centimetri, e come si potrebbe meglio indovinarne l'origine di quel che in dire che vi furono coteste ceneri trasportate dall'acque, che le rapirono non da' focolari spenti ma da qualcuna delle circostanti foreste incendiate? Non sembrano dunque le ipotesi del Buckland e del Gastaldi nè così inverosimili nè così contrarie all'osservazione de'fatti, che le si debbano rifiutar da'paleontologi; e per me è indizio di senno quel distinguere che fanno tra le caverne ossifere dov'ebbero la tana gli animali, da quelle dove non avendo potuto abitare, furono trasportati di fuori i loro avanzi insieme colle reliquie dell'arti.

Essendo ora così, non possono i vestigii della morte essere argomento dell'aver avuta coeva la vita uomini e belve, perchè potevan

l'acque avere scavato l'ossa di alcuni animali stati sepolti parecchi secoli avanti, e trasportarle insieme coi cocci delle stoviglie e altri oggetti incontrati per via, inondando rapide e turbolente per colà dove l'uomo abitava, e abbattendone i mal commessi ripari: essendo che, come vedremo, l'uomo per selvaggio ch'e fosse sapea per sè con qualche arte edificare almeno a somiglianza del castoro e dell'ape.

Soggiungeranno che anche quando indizio di contemporaneità non fossero le spoglie dell'uomo trovate nelle grotte commiste insieme a quelle delle fiere, ne sarebbero i disegni argomento sufficiente, perchè non avrebbe potuto l'uomo disegnar così al naturale per esempio un mammouth, se non l'avesse co'suoi proprii occhi potuto vedere. Al che io rispondo che sono i paleontologi, i quali hanno intravveduto in quelle linee mal disegnate la specie per l'appunto alla quale appartenne l'animale passando dall'incredulità che s'ebbe a principio alle asserzioni del Boucher de Perthes, com'è consueto sempre, all'eccesso contrario: ma in verità nè la scienza nè l'arte non danno altra facoltà se non che di vedere in quelle pietre e in quegli avorii disegnato un animale con quattro gambe con due orecchi e due corna. Che cosa infatti s'è potuto dire della figura incisa in quello schisto quarzifero, che si trovò nella grotta delle Eyzies nel Perigord? ch'è il disegno di un mammifero. E di quell'altra strana scultura figurata in quel corno di renna che si trovò alla Laugerie Basse? Ch'è uno animale di cui non s'è trovato e non si troverà mai in natura il tipo.

Ma si conceda pure, che quell'elefante inciso in su quella laminetta di avorio fossile trovata nel Perigord, sia un vero mammouth, con tutti i caratteri proprii della specie, come ve li intravide il Brandt col suo occhio sagace: sia pure che quel disegno ritrovato a La Madelaine, e di cui parlà il Lubbock, rappresenti un gruppo di renne: che si vorrà egli perciò inferirne? Che l'uomo vide dunque il mammuth e la renne e che viveva perciò in Francia e altrove quando ci vivevano ancora quelle antiche belve? nè questo alcuno lo nega: si può però negare che solo ne'tempi antichissimi ci vivessero quelle fiere o che fosse così a un tratto divenuto inospitale quel clima da morir tutti a un tratto o da esulare di là senza lasciarvi alcuna sterile discendenza a combattere contro i funesti influssi della natura e ricoverare gli ultimi e faticosi aneliti della vita. Così l'uro o bue primigenio, ch'è una specie propria della fauna glaciale, fu veduto combattere negli anfiteatri di Roma, e si crede che nel XVI secolo vivesse tuttavia nelle selve della Svizzera; e il mammuth stesso creduto fin qui da tutti animale fossile, fu trovato or ora vivente lun-

go il fiume Lena in Siberia. Ma quanti altri esempii abbiamo di animali creduti appartenere alle faune più antiche, che si son trovati poi vivere solitarii e melanconici in qualche asilo remoto, di cui il numero e la specie si posson vedere minutamente descritti dal Dana? Che valore può egli dunque avere quell'argomento di paleontologia dedotto da' disegni del mammuth e degli altri animali fossili? Niuno, a parer mio, perchè il mammuth e le altre antiche belve o furono di fatto o poterono essere contemporanee all'uomo anche in età assai recente. Lo scegliere anzi per oggetto del disegno quel tale animale piuttosto che un altro, sarebbe indizio certo di una qualche rarità, ond'è che quando gli uomini disegnavano il mammuth o la renna, io dico che piuttosto ch'esser come si crede quelle belve comuni, fossero invece divenute rare e perciò mirabili e degne di celebrarle ne' fregi degli ornamenti; e l'esser divenute quelle belve rare accennerebbe, contro il modo di argomentare de' paleontologi, a quell'età più recente in cui i mammuth e le altre belve o spente o emigrate lasciarono nell'antico domicilio un rampollo; a quel modo che mutata cultura a un campo si vede qua e là spuntar solitario un fil d'erba germogliato dal primo seme più antico. Che cotesti disegni poi fossero condotti dalla mano inesperta degli uomini quando erano i mammuth divenuti raramente spettacolosi, e perciò in tempi moderni, mi sembra si possa altresì argomentare dal confronto di coteste tavolette fossili, alle quali tutte si vuole assegnare una medesima età e un ugual progresso dell'arte, essendo facile avvedersi che son co' mammuth disegnati altri animali che furono conosciuti e fatti dimestici dagli uomini divenuti civili. In quelle cave infatti della Dordogne, dentro alle quali si trovarono i disegni del mammouth e di quel grazioso gruppo di renne, che si disse di sopra, si trovarono pure altri oggetti, in uno de' quali era scolpita la testa di uno stambecco, e in un altro un uomo tra le figure di un serpente e due teste di cavallo. Si par dunque che l'uomo del mammuth fosse l'uomo del cavallo, ond'è che ripensando come l'uomo europeo conobbe il cavallo e ne fece uso dopo i tempi storici narrati da' sacri libri, si direbbe che stanno que' disegni a testimoniare non in favore ma in contrario ai nuovi computi cronologici.

Soggiungeranno di più, e segnatamente coloro che vogliono averci avuto un uomo del periodo terziario, essere un altro sicuro indizio e infallibile argomento della contemporaneità di lui colle belve, l'aver mangiato le loro carni e l'averne lasciato le vestigia negli ossi infranti e fessi per lo lungo a cavarne ghiottamente il midollo, e

l'averle informate a' varii oggetti dell'arte quand'erano ancora di fresco tratti dall'animale; e così concludeva il Seebach, per simili indizii, aver coabitato l'uomo in Gottinga insieme al *bos priscus* e il Desnoyers ne' dintorni di Chartres co' rinoceronti antichi e co' grandi cervi ramosi. Ma io farei volentieri notare, quanto alle conclusioni del primo, che possono essersi lungamente mantenuti freschi i carcami delle belve conservati da' ghiacci: e come abbiamo noi ritrovati elefanti sepolti nella Siberia colla carne addosso non solo, ma e con tutto il loro integumento e co' peli; così potevano aver trovate l'ossa fresche e intiere da lungo tempo sepolte quegl'uomini più antichi. Al Desnoyers poi io farei quella stessa difficoltà che gli fu fatta già quando nel 1863 mostrò gli oggetti da sè scavati nella sabbia di Saint Prest a' dotti suoi connazionali, i quali chiedevangli che facesse, a confortare i suoi argomenti, veder con quali armi avessero potuto gli uomini uccidere quelle belve feroci, e con quale stromento squartare le membra e infrangerne gli ossi. Vero è che il Bourgeois mostrò i coltri di pietra e le punte delle frecce, che avrebbero potuto servire agli usi della caccia e della beccheria a quegli antichi selvaggi: ma se si fosse dovuta quell'artificiosa esperienza ridurre alle condizioni sue naturali, si sarebbero trovate, io credo, quell'armi e quei coltri a tanto effetto insufficienti, e avrebbero concluso que' dotti, nonostante l'esperienze accademiche, che più presto che l'armi alla caccia dovevano quegli antichi selvaggi aver usato l'ingegno e le frodi, e che non avrebber potuto squartare le membra dure a' buoi selvaggi e a' rinoceronti, se non dappoi che fossero lasciati morti a frollare sotto la grave mora di terra e di sassi, di cui coprivano i cacciatori le fosse, in che ingannevolmente avean condotto quegl'incauti animali.

Io credo perciò d'aver sodisfatto per questo modo al lettore, aprendogli candidamente i miei dubbii e facendogli una conclusione ch'è questa: non poter le caverne ossifere nè le faune de' più antichi animali, dentro ad esse sepolte, nè i disegni essere così certo argomento della grande antichità dell'uomo, come pare che la scienza moderna abbia voluto. Che se veramente, come a me par ragionevole e i fatti lo dimostrano, non abitò mai l'uomo selvaggio nelle caverne ossifere de' terreni antichi sedimentarii, non resta, a leggere l'antica storia dell'uomo, altro che in que' più veri trogloditi, che abitarono nelle grotte aperte lungo i fiumi ne' terrazzi, e lungo i lidi marini; trogloditi che non confermano, ma sconvolgon piuttosto il nuovo sistema cronologico, e quella nuova storia che vorrebbe saper narrarci le civili origini del mondo.

IV.

Se non son dunque le caverne ossifere monumento di quella così lontana antichità, che s' era dato a credere il paleontologo; non saranno certo nemmeno quelle mariere e quelle palafitte sopra le quali abitò l'uomo un tempo, lasciando di sè e del suo ingegno e dei suoi costumi un così largo vestigio, consentendo gli scienziati tutti in un'opinione, che cioè sieno un argomento le palafitte di una popolazione più incivilita di quella che abitò nelle caverne. S'indncono essi in quella loro persuasione da questo, che essendo le palafitte disegno della mente, e opera della mano, dovea perciò l'uomo aver progredito assai da quella prima sua condizione, nella quale contendeva nelle grotte una tana alle belve.

Ma perch'io credo che avrebbe avuto anche il troglodita nella mente un disegno e un'abilità nella mano da fabbricarsi per sè, senza mendicarlo dalla natura, un rifugio, ch'e' si costruì quasi sempre quando non gli era offerto dalla natura spontaneo; è perciò che mi conviene per altre vie, dimostrare come fosse meno antico del troglodita l'uomo delle mariere. Tanto più che gli oggetti scavati non son uè a me, nè a' paleontologi guida sempre sicura; perciocchè se il bronzo in alcuna mariera abbonda, non si trova nelle caverne ossifere altro oggetto che pur di pietra. Ritenendo perciò per vero quello, in che quasi tutti convengono e che sarà da me dimostrato altrove più di proposito; che cioè venisse l'uomo ad abitare la terra dopo il periodo glaciale, in quel tempo che s'imponevano i terrazzi lungo le valli, io risolvo la quistione agitata fra gli etnologi dicendo che i primi ad essere abitati dall'uomo furono giusto quei rilievi o gradi o terrazzi de'fiumi, dappoichè l'acque risolute da' ghiacci dettero quel loro ultimo assetto alle valli. Poi seguendo l'uomo com'è naturale, in seno alle valli stesse il corso dell'acque, venne a riuscire colà dove la valle s'apre e il suolo si distende e fa seno da ricevervi dentro l'acque de'laghi, e va ultimamente a morire con dolce declivio ne' lidi marini. Fermò ivi l'uomo più stabile la sua dimora, e navigando sull'acqua de' laghi e de' mari trovava una via aperta allo scambio delle merci e a' connubii delle idee e alle vicendevoli relazioni delle amistanze per cui i popoli, conoscendosi e amandosi insieme, si rendon civili. Le abitazioni che servirono all'uomo di rifugio e difesa mentre che egli abitò le valli, erano costruite di sassi nelle pareti e di sopra per tutto aveano alberi fronzuti e in-

gratticciati e coperti di piole e di terra. Ma quando s' abbattevano a qualche grotta che e' riconoscessero adattata, risparmiavano volentieri l'arte e accettavano il beneficio della natura, o riducevano a dir meglio a modo di abitazione, con qualche arte, quel che porgeva a loro di meno atto o d'informe la natura. Ma quando poi giunsero gli uomini allo sbocco delle valli dove i sassi grossi da edificare e da commettersi facilmente insieme senza cemento erano divenuti più rari, e per la natura del terreno è men facile che vi s' apran dentro le grotte; dove le pietre più raffinate e i primi strumenti di metallo davan facile il modo di tagliare gli alberi che vi crescevano più gentili che sui gioghi del monte, e più schietti e più trattabili; si costruirono allora quelle case di pali fitti nel terreno e arrostati insieme, che si sono così abbondantemente scavati in più parti di Europa, e che sono alla paleontologia tanta e così principale parte delle sue nuove scoperte.

Resta ora a me di provare che tale fu veramente l'ordine tenuto da que' primi uomini in progredire alla vita civile. E che dovessero essere abitazione prima e rifugio que' seni del monte, piuttosto che le pianure, ne converrà facilmente il lettore ripensando che l' acque in dirocciar da' ghiacciai impetuose scorrevano senza regola in que' primi tempi prima di giungere al mare; oud'é che mentre alla valle di sopra avean dato già l'acque l'ultimo assetto, e scorrevano con ordine certo fra quelle sponde che s' avevano esse stesse scavate, ne' delta invece e allo sbocco della valle era tuttavia il suolo una paludosa maremma inospitale. Si dovè l'uomo perciò posare, a principio, ne' terrazzi che furono i primi lasciati asciutti dall'acque, e i primi che porgessero all'agricoltura un terreno buono da seminare. Dico ciò perch'io non credo a quella distinzione fatta da alcuni, di uomini cacciatori e' di agricoltori, quasi che i primi vivessero di solo vitto ferino, e gli altri di cereali; ma gli uomini furono tutto insieme cacciatori e agricoltori pascendosi, come la natura sua porge, e la forma de' denti mostra e l'anatomia del tubo intestinale, di erbe frugivore e di carne; con questa differenza però che dava talvolta alcuna gente più parte all'esercizio del cacciare le fiere che del lavorare le terre, ma di lavorare le terre non lasciò mai in tutto alcun popolo cacciatore.

Per questo poi perchè quella prima gente era agricola (e s' aggiungono a provare il fatto le mole e i grani ritrovati nelle antiche dimore insieme alle pietre più rozze) per questo io dico non potere in un medesimo luogo gli uomini consistere lungamente, perchè il terreno coltivabile de' terrazzi non distendevasi tanto al largo che po-

tesse sempre bastare, e perchè facile isterilivasi dopo le prime semente, non conoscendone essi de' semi che due o tre qualità sole da poterli variare, e ignorando l'arte di quel che chiamano avvicendamento agricolo o rotazione. Erano perciò costretti di passare da un luogo a un altro, fabbricandosi ovunque quelle muriccie rozze ricoperte di piote, come si disse, quando non offeriva loro lì presso la natura stessa alcuna grotta asciutta da fuggirvi dentro le intemperanze dei climi, e gli assalti delle fiere. Coteste muriccie poi, tra perchè mal commesse di sassi senza cemento, e senza intenzione alcuna di farle stabili per doverle poi fra breve tempo sgombrare, erano facilmente abbattute, e, con tutti i segni lasciativi impressi dall'uomo, rapite dall'acque, le quali andando talvolta a ricolare ne' vani delle caverne, travolsero que' segni con se e li deposero nel fondo, dove trovati, fecero presupporre essere state quelle caverne stesse l'antica stanza dell'uomo.

Progredendo dunque l'uomo sempre lungo il corso dell' acque, giunse pur finalmente colà dove l' acque stesse avevano lungamente distesi i tritumi delle rocce disfatte da' ghiacci, e il terreno si porgeva perciò adatto alla cultura, e v'era il clima più dolce. È questo evidentemente mostrato dalla diversa qualità de' semi e delle piante che vi furon trovate, per gli studii diligenti dell' Heer, il quale ebbe ad accertarsi che gli abitatori delle palafitte seminavan tre specie di frumento e due di orzo e due di miglio; che conoscevan la vena, la fava volgare e il pisello, con alcun altro legume, e ch' era insomma l'agricoltura, a que'tempi, ridotta a tal condizione ed esercizio da permettere, e anzi da richiedere che più stabili si fermassero in mezzo a' campi ubertosi le vagabonde dimore. È perciò che allora in quelle regioni colme del terriccio glaciale si confissero le palafitte, e s' intessero insieme que' rami, e si costruì quella nuova maniera di abitazioni, dentro alle quali si ripararono gli uomini, quando s'incominciò a sentir meglio i benefizii della comunanza, e si composero perciò le prime antiche città e i primi villaggi.

Viene qui a dover risolversi un dubbio, che ha pure agitato lementi de' paleontologi, intorno alla ragione di que'pali confitti, su cui eran levate le capanne e le roste delle loro pareti. La più comune opinione è che cotesti pali fossero confitti nell'acqua, e che si posassero sopra essi le capanne all'asciutto. La ragione poi perchè si costruissero sopra l'acqua, e non piuttosto fra terra, non è troppo chiara, dicendo costoro che ciò facevasi da que' selvaggi per loro difesa, e per esercitarvi più comodamente la pesca. Ora a me pare non esser vero, al-

meno così in generale, che fossero cotesti pali confitti nell'acqua, e che si fosse quella gente posta colà a riva, giusto per esercitarvi la pesca. Perchè nella terra intorno intorno scavata non s'è trovato mai alcuna pianta che fosse di specie propriamente palustre, nè vi si scoprirono ami o reti o reliquie di pesci che facessero alcun indizio di un popolo pescatore. Nè se fossero veramente sollevate coteste capanne sull'acque, si sarebbero trovate quell'immondezze deposte in mucchi sul fondo, i quali dan vista di non essere stati mai mossi, come sarebbe di certo avvenuto se si fossero mai sopr'essi distese le onde del lago. Che poi tenessero que' selvaggi le abitazioni per aria non è punto necessario a intenderlo il supporre che fossero poste sopr'acqua, ma anche all'asciutto l'uomo ama dormire sollevato da terra come vedesi in quelle stesse capanne che si fabbricano sui pali in mezzo a'campi per starvi a guardia la notte i contadini toscani. E di palafitte terrestri e non lacustri n'offre la paleontologia stessa gli esempii, come sarebbe quella di Castellazzo in quel di Parma o l'altra del Castello di Basilicanova osservata e descritta dal Pigorini.

Ma per persuadersi che non sempre furono quelle abitazioni posate sui pali confitti nell'acqua, quale altro fatto più chiaro ne potrebbe porgere la paleontologia di quello osservato nella celebre grotta di Tiberio dal Tassinari, che vi ritrovò dentro una palafitta? Coloro poi che tengono così ferma opinione intorno alle palafitte dicendole tutte ugualmente palustri, recano in esempio quelle nazioni barbare trovate da Giulio Cesare, e che secondo interpetrano un passo di lui si sarebbero ritirate dentr'acqua levando i piani inclinati o i ponti che andavano per lo sbarco a trovare la terra, e così bravamente essersi difese da'loro nemici. A questo modo narra Erodoto essersi difese alcune popolazioni, che abitavan quella regione ora detta Romelia, contro gli assalti de' nemici persiani. Citano anche altri esempii di città tuttavia esistenti, e poste tutte in palafitte sui laghi pescosi, o sul lido di qualche golfo marino come ne furono trovate molte nella nuova Guinea e all'Isole Caroline, e nelle regioni più settentrionali dell'America del Sud, fra le quali Venezuela detta giusto così perchè a chi prima la vide ricordava Venezia.

Ma non s'accorgono costoro che gli esempi citati ne fanno giusto argomentare, che non sia quella la regola generale ma l'eccezione, e ch'erano le palafitte lacustri a quegli antichi edificatori una singolarità sopra le palafitte asciutte, come sopra la città di Terraferma sono una singolarità nelle costruzioni moderne Venezia e Venezuela. Chi

potrebbe negare infatti al Dumont d'Urville che non sieno con verità e con ingegno ricostruiti da lui que'villaggi lacustri antichi, sull'esempio di quelli che nella Nuova Guinea son di fatto abitati da' selvaggi moderni? O chi vorrà negare che in qualche palafitta, dove si trovarono uncini in forma di amo o qualche cordicella intrecciata da far supporre che fosse una rete antica, come quella trovata nel parmense a Concisa, non vi s'esercitasse da que' selvaggi abitatori la pesca? Diciamo solo che queste non son che eccezioni, e che le palafitte erano generalmente poste fra terra, e che l'esercizio di quella prima gente era l'agricoltura. Di questo, tante son le reliquie di semi di cereali trovate, e perfino di semi di vite, che ne convengono tutti i paleontologi senza eccezione, e anche coloro che perfidiano in credere le palafitte lacustri son dall'evidenza de' fatti costretti a dire che quegli antichi selvaggi dovetter' essere agricoltori. Or come si potevano porgere quelle palafitte lacustri ad uso di case coloniche? È perciò che saggiamente fu concluso dal Desor, che anche quando si fosse la famiglia raccolta nella sua capanna sull'acqua, avrebbero dovuto quei selvaggi nulladimeno costruire altre abitazioni fra terra, dove poter rimettere il bestiame e conservarvi dentro il foraggio. Ma non sarebbe egli più ragionevole a pensare che quella gente selvaggia ma industre si fosse costruita un' abitazione da servire ad ogni uso? Tale è del resto altresì l'opinione di un paleontologo illustre, lo Strobel, il quale avendo diligentemente osservato le palafitte rinvenute da se e da altri nella Romagna, e discorrendo il fine che potessero avere avuto quelle prime genti in costruire quelle loro capanne sui pali; viene a una conclusione e dice che l'acqua vi ricolava accidentalmente in tempo di pioggie, e che le dovettero essere nulladimeno tutte quelle terramare terrestri.

Ma quel che ha forse condotti i paleontologi a pensare e a confermarsi nell'opinione de' bacini lacustri, è il vedere spesso coteste palafitte costruite in un avvallamento di terra fatto spesso ad arte, quando non si porgeva in natura; avvallamenti artificiali di che fanno certo argomento i cigli delle gittate che circondano tutto intorno gli scavi. Di tali vallicelle poi col tempo colmate dall'acque furon parecchie ritrovate in su quel di Reggio dal Chierici e dal Mantovani, scienziati ormai tanto esperti che bastava a loro vedere una macchia in mezzo a un campo per assicurarsi ch'ell' era dovuta al terriccio venuto a colmare alcuna di quelle vallicelle, dentro alle quali s' era venuto a posar l'uomo come in suo nido. Ma a che però scavar quelle valli? Per ricevervi forse l'acqua e diguazzarvi dentro come i ranoc-

chi? Pensino pure a loro posta i paleontologi, io nol credo. Credo anzi che non mancasse mai a quelle vallicelle uno scolo da tenerle asciutte dall'acque piovane, ed è secondo me questa la ragione perchè si trovano così spesso quelle vallicelle incavate alte sopra il livello di qualche fiume, come quella della Roteglia nell' Emilia, che così ora come in antico dovea soprastare alla Secchià, e non soggiacere, per derivarne l'acqua come alcuno si pensa.

Ma dunque si domanderà qual fine poteva aver quella gente di posare in fondo a quei bacini le loro capanne? A me par chiaro che la ragione di quel fatto fosse per ripararsi da'venti, i quali facendo impeto avrebbero troppo facilmente potuto offendere quelle fragili abitazioni, costruite di pali mal commessi e di rami. Questo di ripararsi dai venti dovett'essere altresì il fine perchè si scavarono talvolta quelle fosse, in fondo alle quali piantavano alcuni le loro capanne, fondi di capanne che furono così frequente ritrovati nell'Emilia e nella Romagna.

Ritornando ora al proposito nostro e colà d'onde abbiamo fin qui digredito, dico che quando gli uomini incominciarono a tener ferme le loro dimore in un luogo per attendere alla coltivazione dei campi, costruirono le loro case di pali, e le costruirono spesso intorno a'laghi alla riva, ciò facendo non per altra intenzione che di ritrovarsi facilmente insieme a scambiarsi il necessario, e invocare a vicenda gli aiuti leggermente navigando sull' acque, che sole potevan porgere allora una via facile e aperta. Se si pensi alla difficoltà che dovevan presentare a que'tempi le vie di terra, si vedrà subito la ragione perchè quegli uomini, quando incominciarono a sentire il bisogno di scambiar merci, affetti e pensieri, si ponessero a riva; s'intenderà come le prime città e le prime comunanze dovessero sorgere, secondo che la paleontologia dimostra, a specchio dell'acque.

Ed ecco a un tempo altresì dimostrato che gli abitatori di coteste capanne dovevano essere molto più civili di quel che non fossero gli abitatori delle valli e de' terrazzi, non per la ragione detta da' paleontologi che a me non pare esser vera, ma perchè si vede essere così di fatto per quel naturale svolgimento delle facoltà dell'uomo, e per quell'impero che vien via via pigliando lo spirito sulla materia, secondo cui si misurano i gradi del civile progresso.

Se dunque le palafitte e le mariere, avuto solo riguardo alla loro origine e natura e indipendentemente da ogni reliquia di umana industria, che vi si potesse esser trovata, son più recenti delle abitazioni prime, che l' uomo si fabbrica o che gli furono offerte dalla natura lungo le valli a que'tempi che dicono della pietra: e se i tempi

stessi della pietra parve a noi non si poter fare così antichi come vogliono molti, ne vien per legittima conclusione, che non si può a quelle palafitte attribuire così lunga età che la cronologia comune se n'abbia a sgomentare.

Ma questo che s'è da noi concluso per argomentazione indiretta è confermato direttamente eziandio se si considerano le palafitte in se, e vuolsi stare a quello che ci rivelano i fatti osservati in que' primi antichi monumenti dell'arte. Uno de' principali argomenti ci è fornito dalle piante, intorno alle quali, per le palafitte della Svizzera, furon fatte dall'Heer osservazioni importanti. Egli notava che le piante selvagge ritrovate fossili in que' bacini hanno caratteri similissimi a quelle che vivono oggidì, in que' medesimi luoghi; ma le piante coltivate conservando pure i loro caratteri specifici hanno subito alcun cangiamento ne' loro caratteri accidentali. Così certa qualità di mele trovate sepolte a Robenhausen si mostravano più polpose e più grosse di altre simili frutta trovate a Wangen, le quali sono in tutto simili a quelle che ci vivono ora salvatiche.

Questo perciò delle frutta antiche comparate con le più recenti si rende un cronometro de' più esatti da misurare le antichità de' tempi, perch' è certo che in una stessa epoca geologica una pianta serba sempre i caratteri specifici naturali, ma gli trasforma più o meno sotto la mano dell'uomo che v'esercita l'arte attorno; ond' è che modificandosi a poco a poco, il frutto di una pianta domestica paragonato con quello della pianta selvaggia, può per i gradi subiti nel suo miglioramento fare indizio del tempo più o meno lungo ch'egli è stato corretto sotto la mano industre dell'uomo. Ora tra le piante domestiche ritrovate dall'Heer a Wangen e a Moossedorf, è anche l'orzo esastico o imposto in sei, specie di seme che differisce dall'orzo volgare per il numero delle file e la grossezza de' grani. Quest'orzo esastico, secondo il De Candolle, è quello stesso che coltivavasi anticamente dagli antichi greci e romani, e anche dagli antichi egiziani, proprio de' quali è altresì il *triticum turgidum* ritrovato pure sepolto dall'Heer in que' medesimi luoghi. Si vede bene perciò che da' tempi delle palafitte svizzere a' tempi storici di quelle nazioni civili dev'esser trascorso pochissimo tempo, se non subirono le piante per la cultura alcun cangiamento, e se coltivarono presso a poco i campi allo stesso modo i selvaggi della Svizzera e i romani civili e i civilissimi Greci. Ond'è che richiesto l'Heer del suo giudizio intorno all'antichità di que' popoli selvaggi, i campi dei quali tuttavia verdeggianti, con lo spirito indagatore avea corsi ed

esaminati; benchè il non trovarvi il frumento invernale nè la canapa nè i legumi gli fosse indizio certo di una lontana antichità, riprovate nulladimeno le esagerazioni del Morlot, non fa quelle palafitte svizzere più antiche di mille o duemila anni al più innanzi a' primi tempi cristiani. Que'tempi perciò che nel pensiero buio di molti palcontologi superficiali si profondano nelle lontane età immensurabili, verrebbero secondo l'Heer a riuscir prossimi, e a ricongiungersi anzi co' tempi storici narratici dalla Bibbia, da Esiodo e da Omero. Notava infatti il Lubbock che le piante trovate dall'Heer coltivabili son quelle stesse ch'erano coltivate a' tempi degli eroi di Omero e de' patriarchi. Così tra le piante tessili fu trovato fossile unicamente il lino, e non mai la canapa; e del lino appunto fanno menzione Omero e Mosè, ma non si trova una parola che accenni alla canapa nè nell'un nè nell'altro mai. Fossili furono trovati il grano e l'orzo e le fave e le lenti, non mai la vena o la segale; nè della vena e nè della segale, benchè sien nominati gli altri legumi, si fa mai menzione in que'due antichissimi libri. Si legge poi anche in Erodoto e in Strabone, e secondo alcuni commentatori in Giulio Cesare, che s'abbatterono i greci e i romani a dover fare con popolazioni non punto imbelli, e anzi per generoso valore terribili, le quali pure abitarono in capanne somigliantissime a quelle delle antiche mariere. È poi confermato in ogni modo dal riscontro di molti fatti che l'uomo delle mariere era quello preordinato ne'gradi del civile progresso a ricever l'alito fecondatore di quella nuova civiltà che si denomina da'tempi del ferro, essendosi quell'uomo posato in luogo dove potea facilmente accogliere gli ospiti approdati alle sue spiagge, e d'onde si sarebbe potuto muovere egli stesso a vedere altra gente, imparare altri usi e abituarsi a nuovo costume. Si conclude perciò da tutto questo, che gli abitatori di quelle capanne e l'età del bronzo designata da quelle, non è poi così antica quanto i nuovi scienziati l'hanno voluta fare, e non ch'elle discordino quelle età dalla cronologia comune, sembra anzi invece che le riscontrino con essa mirabilmente.

V.

L'ordine seguito dall'uomo ne' suoi civili progressi, quale io mi sono studiato di divisarlo fin qui razionalmente, non è da pretendere che possa così riscontrar con ogni fatto particolare, ch'e'

debba andar sempre esente da qualunque eccezione. Ma questa, se si bada bene, è la sorte comune a tutte quante le nostre speculazioni, le quali non posson sempre, per la corta nostra veduta, comprendere in uno sguardo solo la dispersa numerosità delle cose. Ma se può questo dirsi di tutta la scienza umana in generale, dovrà a più forte ragione poter dirsi di questo subietto speciale che abbiamo ora fra le mani a trattare; perchè se incomprensibili, a quel che disse il Savio, e indescrivibili son le vie dell'aquila per le regioni dell'aria, più incomprensibili e più difficili a descrivere son le vie dello spirito, nel progredire ch'e' fa per le vie del bene e del vero. E nonostante, benchè possano i minuti fatti osservati mostrare un ordine molto diverso da quel che fu da noi fin quì divisato, io dico che per regola generale venne l'uomo via via a' suoi civili progressi, scendendo giù per le valli montane a posarsi nelle pianure, dove congiungendosi facilmente in società con altri suoi simili poteva nel vicendevole affetto educarsi il cuore, e alla luce delle nuove idee illuminarsi la mente.

Nè il vedermi di contro la falange de'paleontologi schierata mi sbigottisce o tenta invano di farmi ricredere, perchè s'io ho descritto il progredire dell'uomo secondo le ragioni e la qualità della sua propria natura; i paleontologi invece pare a me che non abbian fatto altro che seguitar le loro fantasie. Io infatti ho sentenziato più sopra, contro l'opinione comune, che l'uomo selvaggio non abitò mai le caverne, e fu uno de' principali argomenti quello dedotto dal naturale istinto dell'uomo che fugge anzi dal buio pauroso di coteste sotterranee tenebre desolate. Che se i paleontologi vogliou dire altrimenti, non lo dicono mica perchè vi sien condotti dall'esame de' fatti; ma perchè immaginano l'uomo primitivo talmente rozzo e bestiale, da mendicare quel ricovero, a cui non gli avrebbe saputo dar la mente un disegno, nè la mano l'esecuzione. Ora io dico che questo degli scienziati novelli non è studio della natura, ma un pregiudizio di quella loro nuova filosofia che fa le leggi dello spirito comuni a quelle della materia.

Dicono che il primo uomo selvaggio, il quale a strumenti dell'arte niente altro aveva che le pietre dure scheggiate, abitava nelle caverne per non sapere ancora costruirsi un ricovero, e gli fanno così corte le potenze dell'intelletto da vincere ben di poco l'intelligenza stessa del bruto. Ma io mi meraviglio che possano essere costoro usciti a profferire una tale sentenza senza accorgersi, della manifesta contradizione che in sè racchiude. Imperocchè se davvero era l'uomo selvaggio così corto da non avere in mente un disegno che

gli dirigesse l'arte a fabbricarsi un ricovero, io non so come possano sentenziare costoro che l'uomo nulladimeno d' intelligenza vinceva il bruto essendo un fatto che sonovi alcuni bruti i quali sanno così bene fabbricarsi capanne e covi e nidi da disgradarne la stessa arte degli uomini. E per non ricordare nè i castori nè gli uccelli nè le api, quale è più selvatico animale ne' boschi che non sappia scavarsi una tana, o quale insetto più misero che non sappia, a coprir sè e i suoi nati, filare e tessersi una tela? Se il primo uomo selvaggio perciò era così rozzo da non avere ancora esperta la mano a fabbricarsi un ricovero, è un grande errore il volere attribuirgli un' intelligenza superiore a quella del bruto. Dicano piuttosto i nuovi filosofi, se vogliono dedurre legittime conseguenze da' loro principii, dicano che a' tempi della pietra, nè tra gli striscianti sopra la terra nè tra volanti per l'aria, non era bestia più bestiale dell' uomo. Ma quale tra' paleontologie gli antropologi novelli può aver coraggio di asserir tanto? Essi hanno detto che non sapeva ancora quell'uomo antico fabbricarsi un ricovero, e intanto son essi che hanno scoperto in quelle stesse caverne, dove si rifugiò quell'uomo men che bestiale, accette e frecce e altri oggetti di pietra di varia maniera; frammenti di stoviglie talvolta crude ma tal'altra cotte sotto la cenere, e alcune delle quali condotte con qualche arte elegante; e vi si son perfino scoperti ornamenti e amuleti al culto della bellezza e della Religione. Non avevano in mente quei selvaggi un disegno da fabbricarsi una capanna, e nonostante sapevano sopra tavolette d'avorio incidere disegni di animali, e fantasticamente scolpirli ne' corni delle renne. Non sapevano colle mani, nemmen come la volpe, scavarsi dentro terra una tana nè una buca tra il masso come i conigli, e sapevano nonostante con arte cavar l'anima a' grossi tronchi degli alberi e sopr'essi vogare, non a solo diletto sulle placide acque de' laghi, ma per le fortunose onde del mare al commercio arditi nocchieri. Io voglio infatti ammettere che quelle eleganti scuri di giado, che furono trovate in più luoghi della Svizzera, dell'Italia, della Francia e della Germania, non venissero per diritta via dall'oriente; ma se l'ossidiana è proprio come i mineralogisti hanno dimostrato una lava fusa e invetrata, d'onde poteron aver quella pietra gli abitanti ad esempio dell' isola dell'Elba o di Pianosa, se non che navigando alle più vicine regioni vulcaniche, come sarebbero state per gli abitatori de'luoghi citati o la Sicilia o l' isole Lipari o Procida? Ripugna ora a pensare che quegli uomini, i quali distendevano il giorno per l'ampiezza sconfinata del mare lo sguardo e le speranze, si volessero rannicchiare la sera dentro a una grotta, come

gli orsi ispidi e le iene rabbiose. Che se sapevano quelle mani rozze, come è mostrato dalle spole antiche trovate e da altri arnesi del tessitore, trattare il lino e con varietà elegantissima contessersi una veste; perchè negare che non sapessero quelle stesse mani contessere o giunchi o arrostar pali a fabbricarsi le loro capanne eleganti o commettere insieme sassi e cementarli di argilla, per costruir quelle che più propriamente si direbbero case? I semi del grano trovati e le pietre da macinarlo dicono apertamente che quel primo popolo rude era un popolo agricoltore. Or come si possa conciliare l'esercizio di quest'arte con quella stupidità più che bestiale, e che fa gli uomini incapaci di fabbricarsi da se un ricovero, è dato solo a' paleontologi poter indovinare. Nè si creda che sien queste eccezioni o proprietà di un popolo che fosse per que' tempi straordinariamente civile, imperocchè alcuni di quegli avanzi d'oggetti appartenenti ad alcun'arte, sono stati trovati per tutto dovunque l'uomo ha lasciato un vestigio.

Ma quel ch'è anche più al proposito nostro, cotest'uomo selvaggio che s'è voluto fare abitatore delle caverne ha lasciato nelle antiche memorie del viver suo vestigii maravigliosi dell'arte di fabbricare. Tali sono quegli edifizii trovati a centinaia nell' isola Pantellaria, volgarmente conosciuti sotto il nome di *Sesi,* e quegli altri, molto simili a questi di forma, e secondo si vuole anche di uso, nella Sardegoa, detti *nuraghi.* Cotesti edifizii risalgono senza alcun dubbio a' tempi antichissimi della pietra, come il dimostrano le ossidiane lavorate ritrovate sepolte ne' sesi dal marchese Della Rosa, e gli scavi operati dallo Spano nel suolo profondo, o terriccio che tutto intorno circonda il nurago. Cotesti edificii dunque sono un testimonio vivo e parlante che que'selvaggi duri della pietra non solo sapevano ammontecchiare i sassi per murarsi così alla meglio una capanna, ma sapevano darle altresì una figura regolare e qualche volta elegante, congiunta sempre a tanta stabilità e fermezza da vincere così lungamente la lotta colle stagioni, e serbar dopo tanti anni quella loro che si direbbe fiorente vecchiezza. E come avrebbero potuto costoro sollevare nelle cupole, e nelle piattabande quelle moli di pietra così ponderose, senz'uso di lève e d'argani e di pulegge? Il principio meccanico della leva e del piano inclinato lo dovevano costoro conoscere senza dubbio per le quotidiane esperienze, perchè non si muove un corpo di qualche peso che la natura medesima non suggerisca l'uso di coteste macchine quasi per un istinto. Ma se il braccio stesso, con tutte le dita della mano sono una leva, se son l'unghie un cuneo, e se il polso intorno al quale s'avvolge una fune è un verricello; il disegno della macchina

da costruire e il modo di usarla l'ebbe il primo uomo nell'esercizio di quella macchina prima, ch'egli usa a' servigi dell'intelligenza; dico nel proprio corpo. È perciò che dovettero quelle macchine essere antichissimamente conosciute, e le corde contexte delle fibre corticali degli alberi, e alcune ruote qua e là trovate, dicono che alle tre più semplici macchine aggiunsero per tempo gli uomini l'uso dell'altre, degli argani vo' dire e delle carrucole. Quei tali edifizii sono altresì una testimonianza viva che quegli uomini antichi conoscevano già i principii dell'arte edilizia, vedendosi con mirabile ingegno voltate quelle cupolette coniche tutte a biette senza cemento commesse di pietre regolarmente tagliate a sottosquadro. Ond'è che se parve al Lubbock avere gli abitatori della Scozia dato quella strana forma di torre a' loro edifizii, per non aver conosciuto ancora l'arte di volgere il sesto a un arco, v'erano altri uomini a que' tempi stessi che non solo aveau l'arte di volgere gli archi, ma e le cupole altresì di qualche mole, misuratamente centinate nel sesto acuto. Non avrebbero perciò que' barbari potuto costruire quelle solide moli eleganti senza alcuna notizia della geometria, almeno intorno alle prime e principali proprietà de' poligoni regolari e de' cerchi. Nè dovettero queste notizie di geometria nelle menti di que' primi rozzi selvaggi essere, come si potrebbe supporre, tanto elementari, se nell'America del Nord sepper tirare con tanta regola i lati di quei gran quadrati, e girare a perfetto tondo quegli ampii cerchi, l'uso e il significato de' quali, alle investigazioni dell'archeologo, son rimasti tuttavia misteriosi. Dove infatti non è sufficiente il regolo per condurre i lati a un poligono, e dove non si può per la grandezza far uso meccanicamente del raggio a descrivere un cerchio, v'abbisogna senza dubbio di qualche strumento da orientar la figura, o di conoscere per descriverla graficamente l'equazione geometrica della curva: ond'è che que' selvaggi americani dell'età della pietra fanno argomento d'essere stati geometri nel conoscere le proprietà degli angoli e delle superficie; e nell'uso degli stromenti, qual che e' potessero essere in cambio della nostra bussola e della nostra diottra, d'essere stati topografi ingegneri.

Io credo che sarà oramai da tuttocio convinto il lettore, che fu propriamente una vana immaginazione, come si disse, quella de' paleontologi, i quali fecero al primo uomo abitare le grotte naturali per non aver bene ancora appresa l'arte di fabbricare, e s'avvedrà di più quanto fallaci debban riuscire i computi di chi cerca l'origine dell'uomo, e, incominciando dagli abitatori delle caverne, faticosamente ne conta gli anni antichi. Il vero si è che seppero sempre gli

uomini fabbricarsi un ricovero degno della creatura intelligente che sovrasta a ogn ingegno e ad ogni istinto del bruto; e se, come nella Sardegna e nell'America e altrove non è rimasto sempre e dovunque, di quelle antiche abitazioni un vestigio, è da recarsi alle ragioni che di sopra s'è detto, che non potendo cioè i primi rozzi agricoltori trattenersi in un luogo a lungo, non fermavano in quelle temporanee abitazioni l'affetto. Ma se non sono rimasti interi i ruderi di quelle antichissime mura, rovinate e portate via da' torrenti, son tuttavia rimasti dell'avervi posato l'uomo i segni in tutti gli oggetti che camparono dalla preda dei diluvii, dal ritrovamento de' quali oggetti anche que' paleontologi che fecero tutti i primi uomini troglodíti ebbero a persuadersi che molti altri selvaggi abitarono all'aperto, per cui furon dal Rosa chiamate dimore all'aria aperta quelle che a' tempi de'troglodíti stessi trovò egli fuori delle caverne sulle colline della valle della Vibrata. E dicendo egli stesso all'aria aperta io m'immagino che vorrà intenderla rispetto alle grotte, non quasi che volesse star quella gente a discrezione delle stagioni, senza un tetto che la coprisse di sopra, o un muro che la difendesse da'lati.

Ma io vo' citare, a prova del mio argomento, che cioè non abitarono mai i primi uomini selvaggi le caverne ossifere, i troglodíti stessi, ossia quelle popolazioni antiche e moderne che s'andarono veramente, come i fatti e la storia dimostrano, a rifugiare dentro alle grotte. Vorranno dire i paleontologi che costoro scegliessero que' ripari naturali per non aver l'arte di fabbricarne di simili ad essi? Ma che non mancasse l'arte a quegli uomini lo mostra il vedere di fatto che si scavarono quelle grotte essi stessi con regola e proporzione di linee e con sapiente scelta del sito più accomodato a procacciarsi il vitto o dall'acque, o da'campi o dalle foreste. Lo mostrano le grotte stesse naturali ridotte dall'arte, come a Modica e nell'Algeria, a comode abitazioni; ond'è da concludere che non si rifugiarono colà dentro i troglodíti per non sapersi scavare una tana, ma perchè la natura risparmiava il lavoro alle loro mani.

Raccogliendo perciò in una conclusione quel che s'è fin qui discorso in tutto, ma specialmente nell'ultima parte del presente capitolo, dico che i paleontologi si sono ingannati ne'loro computi di cronologia, perchè avendo troppo materialmente seguita la legge dei fatti, non l'hanno convenientemente illustrata colla legge che governa il progressivo svolgimento delle facoltà mentali; ed essendosi dati a credere che il primo uomo fosse di poco men corta intelligenza che un bruto, hanno dovuto ricorrere all'efficacia del tempo affidan-

do tutta a lui quell'opera che lo spirito stesso in sè compie, trascendendo colla virtù dell'intuito ogni indugio, e con gli abiti infusi ogni artificiale magistero del metodo. Ma i fatti stessi sanamente interpetrati, a quel che s'è visto, commentano quella legge dello spirito umano, intantochè l'arte industriosa e l'intelligenza rivelata a noi nell'opere prime di quell'antica gente le ravvicina così, facendo varcare al pensiero con tanta velocità i lunghi anni immaginati, che sembrano quelle prische età ricongiungersi, di uno spazio anche troppo breve, colla prima civiltà e coll'antica storia de' tempi. Io volevo perciò dire all'ultimo di questo lungo ragionamento che non può e non sa la paleontologia, con tutti i suoi argomenti, farmi dubitare ancora ragionevolmente se la storia dell'uomo letta nel libro antico della Natura contradica, nell'annoverare il lungo ordine dei tempi, a quell'altra storia narrataci dal libro della divina Rivelazione, non avend'io potuto trovare in questo lungo e minuto esame delle dottrine del filosofo che crede solo a' fatti, nulla che si opponga o contradica a quello, che volle Dio per Mosè rivelarci.

Capitolo II.

Cronologia Astronomica.

I.

Benchè sia grande la baldanza, che hanno accesa in cuore i paleontologi, nel divisare le età passate dell'uomo selvaggio per giungere alla civiltà de'tempi storici, e si sieno studiati di misurare, dentro a ciascuna di quelle età, gli anni scorsi con fiducia d'aver trovato di quanto sien veramente antichi i nostri progenitori; si vedon nulladimeno annuvolare in volto, e vien a rader parte di quella loro baldanza questo pensiero: che tant' opera fatta intorno al raccogliere e all'esaminare gli oggetti preistorici, e tanti studii affannosi non valgono ad altro più in fine che a concludere l'età relativa, in che vissero e operarono sulla terra i primi uomini europei. Ma non si assicurano e non si possono assicurare que' dotti, se, mentre in Europa volgeva il tempo della pietra o del bronzo, volgessero invece agli abitanti dell'Asia e dell'Affrica i tempi del ferro, a quel modo che ne' tempi della più splendida civiltà d'Enropa si trovarono da Cristoforo Colombo selvaggi in America, che non conoscevano alcun uso del ferro o di qualche altro metallo. Cosicchè poniamo che in ordine a'principii religiosi abbiano costoro da consolarsi, sicuri d'aver mostrato in effetto che l'uomo stesso europeo, il quale non è stato certo della nostra progenie il primo germe fecondo, è nulladimeno molto più antico di quel che non siasi creduto fin qui dal volgo sciocco ossequente al vecchio libro ispirato; non hanno, in ordine alla scienza, da menar troppo gran vanto, perchè vorrebbe sapere la nostra curiosità non l'antichità relativa, nè di una progenie, nè di un'altra, ma quella assoluta del genere umano. È perciò ch' essendosi accorti del-

l'impotenza della paleontologia, si pensarono di vestire le penne dell'aquila, e sollevandosi alle serene regioni del cielo lissare gli occhi nel sole, e di lassù riguardare alla terra. All'impotenza della paleontologia nel risolvere il gran problema cronologico, s'invocò a potente ausiliare l'astronomia, e sperarono che potesse in quell'armonia di tempo e di spazio il cielo fornire la misura de' secoli, come ci fornisce la misura giusta della durata de' giorni.

Noi perciò, a quel modo che si prese ad esaminare in altro articolo gli argomenti paleontologici, esamineremo ora questi nuovi astronomici, e vedremo se, non essendo bastati quelli a determinare l'età relativa che si volse sulle sorti degli uomini, a determinare l'età assoluta possan essere conducevoli questi. E per porre un fondamento e un principio, su cui posare e d'onde muovere le nuove argomentazioni, è da sapere prima di tutto come i paleontologi convengono oramai senza più controversie, che avesse principio la signoria dell'uomo sopra la terra dopo i tempi glaciali, quando presero i continenti questo ultimo assetto di rilievi montani e di lidi marini, e le valli quà corrose e là interrate per l'acqua de' diluvii s'ingradarono ultimamente ne' terrazzi. Che i piedi degli uomini calcassero i terreni terziari, e che ne seppellissero questi l'ossa ne' loro fanghi, non sembra oramai più se non che un'opinione di alcuni pochi, e noi ci studieremo di provare ora, con nuovi argomenti, che, secondo è dimostrato da tutti i fatti concordi, venne l'uomo ad abitare la terra dopo gli ultimi avvenimenti geologici.

S'intende perciò che si potrebbe allora saper da noi assolutamente il tempo che il primo uomo aperse gli occhi sopra la terra, quando si potesse argomentare il tempo in che vennero i ghiacci a invetrare all'antica madre la faccia. E perchè il ghiaccio nella volgare opinione si crede, ed è veramente in parte cagionato dalla freddezza, sapere il tempo di quell'avvenimento glaciale è sapere il tempo, in che un freddo improvviso colse e fece rabbrividire questo nostro pianeta.

Ora noi ci troviamo qui innanzi in mostra una varietà di opinioni, e vedremo la scienza affaccendarsi affannosa da più di un secolo in qua per provarsi di sciogliere l'arduo problema; per cui saggeremo, quanto sia sufficiente allo scopo nostro, alcuna delle principali fra quelle opinioni, e di quelle generose fatiche faremo nostro pro a questi studii, e alla conclusione a cui tirano i nostri ragionamenti.

La prima cosa dunque che dobbiamo intendere dalla scienza studiosa è questa: se furon l'acque come si dice e si crede, strette nei ghiacci da un freddo, qual ne fu la cagione? Due furono le risposte

che dette a principio la scienza, varie secondo le varietà delle opinioni, che s' avevano allora intorno all' origine del calore proprio e primitivo della terra, dicendo alcuni che quel calore era alla terra stessa estrinseco e avventizio, e altri intrinseco e naturato. Fra' primi è il celebre Poisson, il quale sosteneva, contro quasi tutti i fisici dei suoi tempi, che veniva alla terra il calore dagli spazii stellari. Che se vedesi, diceva egli, crescer questo calore secondo la profondità, non è ciò mica indizio, come credettero il Fourier, il Biot, il Duhamel, di un calore centrale, che dopo gl'irraggiamenti superficiali rimanga tuttavia e ribolla e fonda il nucleo alla terra, ma è l'effetto naturale dell'esser passata la terra stessa dagli spazi stellari più caldi via via nei più freddi, rimanendo ad essa il calore di che ella fu compresa quando fu sotto gli spazi stellari più caldi; a quel modo che rimarrebbe una temperatura più alta, eziandio sotto i freddi del polo, a un masso che vi fosse trasportato velocemente da' caldi dell' equatore. Dei secondi poi che dicevano il calore superficiale esalar dal profondo della terra, la schiera è illustre e numerosa, duce della quale son quattro nomi, il Cartesio, il Leibniz, il Kant e il Laplace, che si successero via via e levarono nel mondo così gran fama. Ora noi dobbiamo esaminare la probabilità di queste due ipotesi, e vedere se con esse si spiega il fatto dell' avvenimento glaciale, e se spiegando il fatto, ciò che più importa al proposito nostro, si possa argomentare il tempo in che egli fosse accaduto.

Incominciando a esaminare l'ipotesi del Poisson, diciamo prima di tutto essere oramai dimostrato di fatto dalle osservazioni dell'Herschel, dell' Argelander e del nostro Plana quello di che il Bradley, il Lambert e il Lalande avevan dubitato qualche anno prima, che cioè il sistema nostro solare si muove nello spazio a un punto vicino alla costellazione di Ercole; ond' è che ne poteva ragionevolmente inferire il Poisson che sempre, anche ne' tempi andati, benchè non se ne fossero potuti ancora accorgere gli astronomi, si sia mosso il sole con tutte le sue stelle erranti per gli spazii celesti. Nè si può anche negare, secondo ha dimostrato lo scandaglio astronomico, che non sieno alcuni di quegli spazi gremiti di stelle più che non sieno alcuni altri: ond' è perciò non irragionevole ipotesi quella del Poisson, che siasi cioè la terra trovata un tempo in mezzo a un cielo più fitto di stelle e di altri corpi raggianti, che non era il cielo passato. Tutto il forte sta nella notizia e nella ragione di que' calorici irraggiamenti stellari. Questa idea poi di irraggiamenti cosmici, che si diffondono a intepidire gli spazii, l' ebbe il Poisson comune col Fourier e

col Pouillet, i quali non rimasti contenti ad ammettere l'esistenza del fatto, vollero provarsi, con uno di que' soliti ardimenti della scienza moderna, di trovarne i gradi nel termometro. Ma la gran differenza che vedesi nelle loro conclusioni, mostra che i fondamenti posti ad esse son troppo arbitrarii, e che ad una soluzione, non dico certa, ma almen probabile di quel problema mancan per ora i dati. Perchè non si può, quanto all' effetto, fermare nel suo più giusto punto la media temperatura del polo, se non si conosce un po' meglio prima la meteorologia dell'emisferio meridionale, e non si può quanto alla causa fermare il punto di quella media temperatura dello spazio, se non si risolve prima la natura e il modo di quella causa o le ragioni della sua efficacia. È certo che quell' efficacia d' irraggiare e intiepidire lo spazio sarà molto diversa, secondo che lo spazio stesso è pieno o vuoto, e secondo anche la condizione de' corpi che lo riempiono, i quali aumentano o possono aumentare da una parte gli effetti del calorico raggiante riflettendolo, e possono diminuirlo dall' altra assorbendolo. Come dunque si può egli ora risolvere la questione, o come i cosmologi la risolvono? Son eglino gli spazii vuoti o son pieni di quella materia tenuissima, alla quale s' è dato il nome di etere? Che sia l' etere diffuso negli spazii immensi fu antichissima opinione de' filosofi, e la scienza moderna anzi con la cosa ha ereditato anche il nome. Ma un argomento che quella sottilissima materia ingombrasse tutto intorno i cieli, per cui come dentro al loro liquido elemento si movessero le stelle erranti, non parve che l' avesse in pronto la scienza se non allora che l' Encke pose mente alla cometa che porta il suo nome, e ne confrontò l' orbita nel succedersi vario de' suoi ritorni. Trovò che quell' orbita veniva a stringersi sempre più intorno al Sole, ond' è che ripensando egli qual potess' essere la cagione di questo fatto singolare, gli parve di vederla in quegli impedimenti, che solcando i liquidi spazii dovea farle, come l'acqua alla nave, l'etere ambiente. Parve poi dover esser questa senz'altro la cagione del fatto anche all' Olbers, il quale si dette altresì a intendere che la ragione di quel maggiore indugio della cometa verso il perielio fosse dovuta alla più grande resistenza del fluido etereo divenuto ivi più denso. Ma sorse presto a distruggere il bene architettato edifizio un'opposizione, alla quale nè l' Olbers nè l' Encke stesso saprebbero rispondere. Non fu la sola dell' Encke trovata fra le comete periodiche, ma ne trovarono poco dopo gli astronomi parecchie altre. Ora si disse che se la ragione di quel sempre crescente moto angolare della cometa nell'orbita era veramente da attribuirsi all'ete-

re, si sarebbero dovute di quell' effetto risentire ugualmente eziandio tutte le altre comete periodiche. È perciò che si riscontrarono ne' successivi ritorni per ciascuna cometa diligentemente le durate delle rivoluzioni, e si trovò che nessun'altra, da quella dell'Encke in fuori, indugiava o velocitava neanche di un minimo tempo un periodo sul periodo precedente. L' Oppolzer calcolando il tempo di tre ritorni della cometa periodica del Winnecke trovò che l' accelerazione giungeva a poco meno che a una settantesima parte di un minuto secondo, ciò ch'egli attribuiva piuttosto a un errore nel calcolo delle perturbazioni planetarie.

Dissi che furono trovate le comete non velocitare nè indugiare un periodo sul periodo precedente, perchè confuta questo fatto una ipotesi dell' Olbers intorno ad alcune proprietà dell' etere, che farebbero secondo lui più probabili gli effetti delle resistenze di quel fluido sul moto delle comete. Aggirandosegli tuttavia la mente nella vertigine de' vortici cartesiani, pensava non poter l' etere posare intorno al sole, ma moversi in giro dalla diritta alla sinistra mano con ordine invariabile, per cui dovrebbe, come a una nave che vada a ritroso della corrente, fare anche maggiore impedimento al moto diretto della cometa dell' Encke. Ma se quel navigare a ritroso nell'etere produce sulla cometa diretta dell' Encke un effetto così notabile, perchè il navigare a seconda non dovrà produrre un effetto contrario ne' movimenti retrogradi delle altre comete? Or quest'effetto non s' è potuto dagli astronomi osservare, e perciò concludesi che i movimenti delle comete non suggeriscono alcuno argomento in favor dell' ipotesi, che ammette un etere sottilissimo diffondersi ampiamente a riempire ogni seno del cielo profondo.

Ma se l' etere impedisse propriamente alle comete il muoversi, dovrebbe impedire altresì la via alla luce, argomentavano l'Olbers e lo Struve, che intendevano per etere quella materia sottilissima diffusa per ogni dove, e che addensata più intorno al sole rende a' nostri occhi il fenomeno della luce zodiacale. L'Olbers infatti ripensando che quegli spazii indefiniti debbono tutti essere popolati di mondi, che in una superficie continua si dovrebbero nell'apparente volta celeste proiettare a' nostri occhi, o almeno a'nostri strumenti; ne concluse che dovea la luce nel giungere infino a noi diminuire d' intensità molto più di quello che non porti la legge della ragione inversa de' quadrati delle distanze, ond' è che volle perciò attribuirne l'effetto all'etere o alla materia cosmica, che non dia la via libera al raggio e non lo lasci parere. Ma l'Herschel, com'ebbe con lo scan-

daglio astronomico investigata la profondità de' cieli, e ristretto il volo all' immaginazione liberamente lasciata sciolta dagli astronomi negli spazii indefiniti, mostrò con osservazioni fotometriche i suoi dubbii ragionevoli intorno alla pretesa opacità di quegli spazii; dubbii, a' quali dava per principale argomento quello del vedersi sempre le stelle della via lattea in ambedue gli emisferi proiettarsi ricisamente nel suo gran telescopio su un fondo nero. Nè anche il limite della trasparenza dello spazio è dunque argomento non dubbio dell'esistenza dell'etere cosmico.

Ma a volere sciogliere con qualche probabile riuscita il problema del calore diffuso negli spazii celesti, non sarebbe tanto necessario riguardar l'etere com'una materia che riempia di sè il vuoto inane del caos primitivo, quanto di riguardarlo meglio, come alcuni lo riguardano, quale primo principio e materia prima e alimento alle nuove stelle e alle nuove comete. La prima idea di una vegetazione celeste appar nella storia della moderna astronomia in Ticone, il quale congetturava arditamente che non foss' altro la via lattea, se non che un primo coagulamento della materia cosmica, la quale non era altro poi, secondo lui, che una grande ovaia del cielo, in cui si generano le nuove stelle. E gli pareva porgerglisi di questa sua ipotesi un argomento da quella nuova stella, ch' e' vide splendere per l' appunto sull'orlo della via lattea stessa, indicando altresì il luogo d'onde a formarsi, lasciando un vuoto o un'apertura nella gran nebulosa, avea presa e costipata in sè la materia. Accolsero anche il Keplero e il Newton poi quest' ipotesi della materia de' cieli, e perch'è un fatto che Galileo credeva tutte quante le cose esser composte di luce e in luce tutte quante attenuandosi potere ultimamente tornare, sembrerebbe che per una logica conclusione andassero le sue idee a riscontrarsi colle idee stesse ticoniane; ma il riguardo ch' egli ebbe sempre di non mescolar ne'suoi libri alle cose matematicamente provate le congetture più o meno ingegnose, ha fatto sì che di queste speculazioni intorno a'principii del mondo, non si trovi altro vestigio che nelle relazioni de' suoi scolari intorno alle cose apprese dal loro maestro non in cattedra e ne' libri, ma nelle conversazioni amichevoli di Bellosguardo e di Arcetri.

Dissi che a sciogliere il problema del calor dello spazio era conveniente di riguardar l'etere non in quanto solo egli è sterile, ma in quanto egli è fecondo, perchè non può non isvolgere una nebulosa che si condensa e render libero il calorico latente. È egli dunque un fatto o un ipotesi probabile o un' opinione senza alcun fondamento

questa delle nebulose, che come i fiori ne' frutti si disse che allegano in nuove stelle? Che sia un fatto io credo che non l'abbia ancora nessuno potuto provare, ma com'ipotesi fu negata e asserita con una vicenda, da ben tre secoli in qua, memorabile nella storia dell'astronomia; vicenda che seguitò i progressi dell'arte e della scienza ottica nella fabbrica de' canocchiali. A Ticone e al Keplero, che con sole le ali della fantasia si sollevarono alla speculazione delle cose celesti, s'opposero Galileo e il Cassini quando fece a loro conoscere il canocchiale e discernere negli albori incerti di Galassia un nuovo popolo di stelle già formato e distinto, ond' ebbe a ridersi Galileo di Ticone, e confermarsi in quel suo pregiudizio della mente poco matematica del Keplero, vedendo che quel vapore cosmico in che s'immaginò che si coagolasse Galassia non era poi altro in fine che un'illusione dell'occhio. È notabile in tal proposito che Galileo giudicò essere della natura stessa della via lattea, cioè un coacervamento di stelle anche quell'altre nebulose che non parvero tali al suo debole strumento, e perciò descrive come tale nel Nunzio sidereo la nebulosa della Spada di Orione, benchè agli occhi stessi dell'Herschel e del Rosse si rimanesse tuttavia informe, o come dicesi irresolubile. E qui io non comprendo come mai dica l'Humboldt che fosse fuggita all'osservazione di Galileo la nebulosa della spada di Orione, e gli faccia un rimprovero del non aver conosciuta quella di Andromeda, di cui in ogni modo egli dice avrebbegli potuto dar notizia Simone Mayer nel suo *Mondo gioviale*. Dico di non comprendere la ragione di quel rimprovero, che sulla bocca del celebre berlinese, in sull'atto di pronunziare il nome del Mayer connazionale suo e rivale di Galileo, mi sembra più del solito irosetto, perchè so che Galileo non ammetteva in realtà che nessuna nebulosa fosse irresolubile altro che per difetto del canocchiale. Non è che dunque non avesse Galileo osservato le nebulose di Andromeda e di Orione, e non l'avesse vedute tali nel suo canocchiale: le vide certamente tali con gli occhi corporei, ma poi le descrisse quali congetturava dover essere con gli occhi della mente. La nebulosa di Andromeda fu poi risoluta in fatti da Giorgio Bond.

S'appresenta perciò infino da' tempi di Galileo la presente questione: Le nebulose son tali veramente in sè, o paion tali a' nostri occhi per difetto del canocchiale? Non credo che saprebber nemmen gli astronomi rispondere risolutamente ora che l'arte ottica e la scienza hanno così mirabilmente perfezionato il telescopio, da sembrar quasi di toccare con mano la riva de' cieli. Già il Lacaille e

il Lambert e il Kant, che con tanto più perfetti strumenti di quelli di Galileo e del Cassini si profondarono negli spazii, vedendo che rimanevano incerti gli albori di alcune nebulose anche a' loro occhi sì acuti, tornarono col pensiero indietro ad ammettere, come già Ticone e il Keplero, i vapori cosmici e informi; ma s' oppose a loro gagliardamente il Mitchell, che recando tutta la ragione di quell' apparenza al difetto del canocchiale, giudicava di que' misteriosi corpi albescenti nel cielo a quel molto che ne avevano giudicato già Galileo e il Cassini. A confortare poi l' opinione del Mitchell vennero le osservazioni di Guglielmo Herschel, che trovato col suo celebre telescopio risolubili quasi tutte quelle nebulose, che s'erano reputate amorfe prima di lui, sperò che niuna sarebbe rimasta amorfa tra le nubi celesti, aumentando anche di più di quello che non avesse fatto fin allora la virtù visiva de' suoi telescopi. Ma vedendo, anche con que' suoi nuovi strumenti presentarsi tuttavia all' occhio le nubi cosmiche in que' loro albori incerti e sfumati, disperando del fatto, si ridusse anch' egli, come già fecero il Lacaille e l' Halley ad ammettere l' ipotesi nebulare, e con Ticone la vegetazione celeste. Questo fluttuar delle menti da una ipotesi all' altra, e questi dubbi che per tre secoli fra poco interi tenzonarono senza posa in mente agli astronomi, persuasero ognuno che non si sarebbe potuta risolvere la questione col solo uso de' canocchiali. S' incominciò perciò a invocare l'uso dello spettroscopio, e si trovarono le apparenze variare fra una e un'altra delle nebulose celesti. Quelle che avea il canocchiale mostrate risolubili furon trovate dare uno spettro simile a quello delle stelle, ma lo spettro delle irresolubili avea tutta l' apparenza dello spettro, che s'ha dall'incandescenza de'vapori metallici, e questo che l' Huggins dimostrò essere una proprietà di tutte le nebulose, lo dimostrò il Secchi in particolare per la nebulosa di Orione. Sembra dunque che lo spettroscopio riveli propriamente una differenza sostanziale tra le nebulose apparenti e le non risolubili, perchè mentre quelle si vedon metter raggi di ogni specie, come le stelle, e perciò si credono come le stelle incandescenti; queste invece non mettono se non che raggi di una sola o di poc'altre qualità, e mostra essere la materia che le compone in quello stato di semplice combinazione chimica, come potrebber essere ne' nostri focolari le fiamme. Lo spettroscopio perciò ha fatto rinverdire di nuova vita l' ipotesi antica di Ticone, e la più recente dell' Herschel; ma io non so poi quanto le nuove differenze trovate fra le nebulose per via di quello strumento conferiscano a dare argomento a quelle ardite ipotesi co-

smiche, intorno alle quali è il nostro ragionamento presente. Si può bene come un fatto certo ammettere un' intima e sostanziale differenza tra le nebulose, ma che quelle tra' corpi celesti che danno uno spettro simile alle nostre fiamme sieno una materia informe che s'apparecchia di pigliare assettamento e ridursi a poco a poco in forma di stella; riman tuttavia un'ipotesi, la quale non è confortata dallo spettroscopio punto nulla di più di quel che l'avesse confortata già il canocchiale, perchè possono essere quelle nebulose che noi chiamiamo amorfe corpi di qualità diversa e perfetti nell' esser loro, e ordinati a non si sa ben quali ufficii nel provvido ordinamento di tutte le cose create.

Ma poniamo pure l' ipotesi di Ticone e dell' Herschell: poniamo che la materia informe de' cieli si vada rattraendo da più parti e si condensi in nuovi nuclei stellari; è certo che si diffonderà per quei condensamenti il calorico latente e irraggerà per gli spazii celesti, accrescendovi tanto più i gradi della temperatura quanto furono que' condensamenti più varii, e più intensi, e furono in una medesima nebulosa in più gran numero e contemporanei i centri attrattivi. Si può ammettere perciò se si vuole che si fosse un tempo trovata la terra in parte della sua nebulosa, dentro alla quale, fervendo più o meno questo nuovo spirito di vita, intepidisse più o meno gli spazii per mezzo a'quali passava; si può ammettere io dico, perchè nessuna buona ragione può provare il contrario, e da un' altra parte è un fatto che son ne' cieli alcune regioni, come quella di Andromeda e di Orione e del Sagittario e dello scudo del Sobieski, in cui più che altrove s' è la materia cosmica condensata in splendide nubi. Ma per lo scioglimento del gran problema, intorno al quale s' intrattiene ora il nostro discorso, questo solo non basta, perchè l' essersi abbattuta nel suo viaggio la terra ad uno ambiente più freddo può forse renderci in alcun modo la ragione del ghiaccio, ma non potrebbe definire il tempo, ciò che più importa a noi, in che accadde alla terra di assiderarsi stranamente a quel modo. A voler dare una soluzione ragionevole di quel problema bisognerebbe sapere d'onde il sistema solare viene, o come si direbbe la sua traiettoria, e i tempi spesi nel passare di quella, e comparare le varie moli nebulose e i varii gradi della vita, che si potessero ritrovare in una regione, con i gradi della vegetazione e la grandezza delle moli che si trovano in un' altra, e così congetturare se del calorico raggiante sia piovuto men ora che dianzi sulla faccia della terra. Ma è tanto ardua opera questa, che la scienza per ora se ne sgomenta. Ammettendo però che la ragione dell'essersi agghiacciata un tempo la terra dipendesse dall' essersi

ritrovata nel suo viaggio del sistema solare sotto un cielo più freddo di prima, oltrechè s' ammette un' ipotesi poco approvata oggidì dalla scienza non si viene con quella a definire il tempo, quando spenti i primi tepori primaverili, che facevan fiorire e frondeggiare le più lontane regioni del polo, s'incominciarono a volgere gli anni di quel così lungo e rigido inverno.

II.

Se quel che chiamano periodo glaciale non può dunque definirsi nell' ipotesi del Poisson e del Fourier, vedasi ora in quale altro modo potessero la meccanica e l' astronomia giungere a quell'intento, nell'altra ipotesi del calore centrale. Questa parola di calore centrale, ch' io pronunzio e che s' è resa oramai nel linguaggio della scienza comune, è, a pensarla bene, una parola molto più capace dell' idea che racchiude, ed è avvenuto a lei quel che a' vasi ripieni di alcun liquido spiritoso, il quale a poco a poco esalando lascia a principio il vaso un po' scemo e all'ultimo affatto vuoto.

La prima idea de' fuochi sotterranei, che si trovi nella storia della scienza moderna, è in un libretto di un medico peripatetico fiorentino contemporaneo e oppositore delle novità introdotte nella scienza da Galileo, Giovanni Nardi, il quale insegnava che dentro alle viscere della terra era tutto un fuoco che ribollendo compresso sfogavasi talora e fumava ne' vulcani, come da' focolari accesi esala e fuma la fiamma da' nostri cammini. Non pare che dispiacesse questa nuova opinione al gran Galileo, e anzi scriveva al Renieri d'aver trovato meraviglie dentro al libro *Del fuoco sotterraneo* del Nardi, con diverso giudizio per verità da quel che ne faceva lo stesso Renieri, al quale il voler argomentare da quaranta o cinquanta monti che gittan fuoco dover esserne tutta dentro la terra ripiena, pareva un paradosso simile a quel di colui che dal veder fumare cinque o sei cammini, argomentasse che Pisa fosse tutta dentro una fiamma.

Quattro anni dopo, il Cartesio, più da immaginoso poeta che da severo filosofo e matematico, allettava il mondo eloquentemente colla sua nuova cosmogonia, nella quale non s' ammetteva solo il calore centrale, ma si diceva di più la ragione perchè la terra dovess' ardere con quel fuoco nel seno, insegnando che, come l' angelo delle tenebre, ell' ardeva prima tutta negli splendori di una stella che poi si spense, e serbando tutto il calore nel centro ne lasciò fredda la

superficie. Poi l'immaginosa creazione del filosofo bretone venne temperata alquanto dal senno più maturo del Leibniz, a cui questo carbone spento della terra porgeva l'occasione d'assegnar le ragioni di alcuni effetti che posero i principii alla nuova scienza della Geologia.

Ma chi raccogliendo tutte le idee sparse da Ticone al Kant le compose in una teoria da poter arrendersi alle leggi della meccanica, e sottomettersi a'calcoli della geometria, fu il celebre Laplace, il quale movendo col pensiero immaginoso dalla materia cosmica di Ticone, e dando assetto più conveniente all'ipotesi del Cartesio introdusse quel moto giratorio nella prima nebulosa diffusa nello spazio, che, come all'argilla molle il tornio, desse forma lenticulare e poi annulare alla materia, la qual materia condensata e rotta in più parti per l'irraggiamento del calore iniziale prese quest'ordine che si vede avere il sistema dei mondi. La terra non fu secondo questa ipotesi, se non che una particella di quella gran mole vaporosa e rovente, che arde tuttavia e arderà ancora lungamente nel sole, ond'è che il calore dall'esperienza e da' vulcani mostrato essere ascosto ancora nelle intime viscere della terra è quel fuoco primitivo in che tutto intero il globo un tempo riardeva. Se perciò è questa, come si dice, la prima e unica origine del calore terrestre non poteva accadere alla terra d'infrigidarsi se non perdendo parte di questo calore, e i fautori infatti di quella ipotesi voglion mostrarci che così propriamente avvenne. La più bella e concludente dimostrazione di ciò credono averla trovata nella fitologia, la quale colle sue reliquie fossili mostra che vanno via via ritirandosi dal polo verso l'equatore quelle piante, non possibili a vegetare che sotto il calore e l'umido de'climi tropicali. Noi non vogliamo ancora risolvere se quel fatto che s'osserva nella fitologia fossile dipenda propriamente da quella o da altra cagione, contentandoci solamente d'osservare che se la terra fosse infrigidata per l'irraggiamento del suo primo calore negli spazii celesti, sarebbe dovut'essere quella diminuzione di calorico, come d'altra parte lo mostran le piante, progressiva e graduale, e non s'intenderebbe perciò in quel supposto come potesse la terra raffreddarsi a un tratto e poi intepidire di nuovo. La fitologia stessa anzi nelle sue più accurate osservazioni, mostra contro la più comune opinion de' geologi che non fu graduale il raffreddamento terrestre; e dal vedere nel terreno terziario variar le forme e la natura della vegetazione, secondo i varii strati più o meno profondi, si dee concluderne che alterazioni di temperatura simili a quelle subite dalla terra tra la fine

dell'età miocenica e la presente furono dalla terra stessa subite in altri tempi più antichi.

Una difficoltà simile a questa si fa a que' geologi, i quali si prevalsero dell'ipotesi de'raffreddamenti terrestri per fare intendere come avessero il principio sulla superficie della terra i monti e le valli, non rignardate altrimenti da essi che come spaccature avvenute alla terra stessa nel condensarsi. Perchè se fosse stato veramente, come si dice e come lo ammette l'ipotesi, quel raffreddamento continuo e progressivo, dovrebbero sempre crescere quelle fessure, come crescon sempre gli spacchi e una palla di argilla umida che si secca, e non stare ora lungamente quiete, come s'osserva, e anzi ora diminuire.

Ma perchè la teoria cosmogonica del Laplace è così universalmente ricevuta e così salda nella mente degli scienziati, che può parer presunzione il voler mettersi a infirmarla; io aggiungerò a questi brevi cenni più spiegatamente altre ragioni. E dirò prima di tutto che venne quella teoria a lusingare le menti per questi motivi: perchè s'intendeva per essa com' avesse avuto principio il calore centrale, e com'avessero preso quella loro figura compressa al polo la terra e gli altri pianeti. Ora io affermo che, anche senza quel macchinamento di teorie, il calor centrale e la figura della terra s' intendono benissimo riguardati com'effetto naturale della complessione della terra stessa e de' suoi moti. E quanto al calore centrale è da pensare ch'essendo tutta la materia, di che si compagina il globo, d' ogni parte attratta verso il suo centro, è necessario che gli strati superiori s'accalchino e si serrino addosso e premano gl' inferiori, con tale impeto e furia, che non può quella forza di pressione e di condensazione non svolgere e mantenere un gran calore nel centro, calore che si vede sfogarsi talora ne' vulcani e nelle sotterranee acque bollenti. Io potrei citare com' esempio di ciò l'acciarino pneumatico, che verrebbe pure così opportuno alla prova, ma non si sa egli quanto sia grande il calore, che giusto per le pressioni de' più alti strati sugli inferiori si svolge nelle bassi regioni dell'atmosfera? E sul fondo de' mari non è egli evidente dover prodursi un simile effetto dalla pressione dell'acqua? Vero è che l'acqua è renitente alla compressione, ma la ponderosa mole del liquido che soprincombe al cupo oceano dev'esser pure un potente piezometro; intantochè quando lo scandaglio del Brooke trasse da' più profondi seni del mare que' molluscoidi forniti di occhi vivacissimi, e che i naturalisti maravigliati domandarono quale uso in que' ciechi abissi si potesse fare degli occhi, rispondeva il Tyndall che la prepotente compressione dell'acqua dovea neces-

sariamente svolgere luce e calore. Se tanto possono dunque le pressioni dell' aria e dell' acqua, quanto si crederà che debban valere le pressioni di tutta la mole terrestre, tanto più profonda e più ponderosa? Anche quando perciò non fosse stata la terra a principio una mole infocata, che si fosse poi venuta a raffreddare nella sua superficie, come giusto immaginava il Laplace, non potrebbe non esser, per sola la ragione delle pressioni, che quella mole non avesse un fuoco vivissimo dentro alle viscere, e tale da farci intendere da che venga il calore all'acque termali, e alle lave roventi.

Così medesimo, a intendere come mai la terra non ha il tornio della sfera perfetta, non è bisogno immaginar che la fosse a principio liquida, perchè se si bada bene si vedrà che eziandio così solida dee per ragion della sua vertigine prendere necessariamente una figura sferoidea. Imperocchè come si sgretolano per l'azione dell'aria e dell'acqua e dell'elettricità un masso e una montagna, così si sgretolano per l'azione de' ghiacciai e de' diluvii i dorsi aridi dei continenti; ond'è che lo scarico di cotesta materia scende per il moto vertiginoso della terra lentamente da' poli verso l'equatore; e perciocchè là si consuma e si lima, e qua si mantiene e si aduna, la terra per quella ragione, non bene ancora avvertita dalla geologia, convien che vada benchè lentissimamente ogni giorno più a raccorciar l' asse e rattrarre i suoi punti del polo. Di questo che per la troppa brevità del tempo concesso alle umane generazioni, e per la lentezza del lunghissimo effetto non può per le misure aversi alcuno argomento, n'è indizio l' orografia stessa delle regioni tropicali comparata a quella del polo. Basta infatti posare appena l'occhio sopra una carta orografica perchè si possa avvertire questo fatto singolarissimo, che cioè mentre al polo si distendono i continenti in larghe e basse pianure, levano invece le montagne, sotto l' equatore, la ponderosa e grave mole del dorso. Qui tu vedi il gran giogo dell' Himalaja, e verso il polo di contro le smisurate lande della Siberia: le regioni del Nilo e i deserti dell'Affrica; le montagne petrose e le Cordigliere nelle due Americhe, e l' America Russa e la Patagonia. D' onde avvien ciò se non dall'essere sotto l'equatore, per cagion della forza centrifuga, la materia più leggera e per la leggerezza maggiore levata più alto in capo dalla forza intestina? Si vede perciò che il disquilibrio ch' è al polo e all'equatore tra la forza centripeta e la centrifuga, dev'anch'esso potentemente concorrere a far pigliare alla terra quella sua figura ellissoidea.

Ma che la terra, per assettarsi in quella sua figura rilevata sotto la linea dell' equatore, ricircolando in sè stessa, dovess'esser molle e

cedevole alla forza centrifuga che la chiama, è una falsa supposizione della quale è venuto a sgannarci con tanti fatti chiarissimi l'esperienza. Quanti altri esempii abbiamo di simili inganni fattici nel credere impossibile un effetto, che poi si vede, osservando meglio e ponendo le condizioni richieste, avvenire, oltre a quel che ci saremmo aspettati, come proprietà naturale nella materia? Chi avrebbe immaginato che un vaso di rigido vetro potesse distendersi al peso del mercurio, come se fosse elastico al pari del coio? eppure fu ciò dimostrato in più modi dagli Accademici del Cimento. Chi è che non direbbe una foglia fresca, una piuma dover rimanere irremediabilmente schiacciata fra una e un'altra lamina o di ferro o di rame o di piombo, che la stringa come dentro a una morsa? Eppure il Riccò mostrava agli spettatori meravigliati che nel ferro, nel rame e nel piombo eran rimasti impressi i rilievi infin delle nervature e de' peli, tant'era nella compressione quella fragile mollezza della foglia rimasta illesa. E non ha egli mostrato ora il Tresca, con non minor maraviglia, che possono fluire i metalli solidi come fluisce in un canale l'acqua? S'immaginò anche, per citare un altro esempio che s'affà meglio al proposito nostro, che non potessero gli strati calcarei, in che s'affalda la terra, contorcersi e incurvarsi a quel modo che si vede in più luoghi, senz'esser pastosi: e si son veduti nonostante con le macchine piegare artificiosamente e contorcere senza romperli, i corpi più duri. Come dunque si sono fin qui ingannati i geologi, stimando dover esser rimaste le impressioni degli oggetti fossili nelle rocce quand'eran molli; come si sono ingannati recando a tutt'altre ragioni che alla plasticità del ghiaccio benchè duro, il fluire per l'alveo come l'acqua liquida i ponderosi ghiacciai; e come fu una loro falsa immaginazione che gli strati calcarei per essere ripiegati dovessero esser molli; così è un inganno e una falsa immaginazione il pensare che senza esser molle non potesse la terra comprimersi ai poli e rilevarsi nell'equatore. Se si esperimentano in un solido gli effetti della forza centrifuga come si sono sperimentati quelli della forza di compressione, si trova che così rigido quale egli è si rileva nulladimeno il solido nell'equatore, come giusto se fosse molle; ond'è o può essere una falsa immaginazione, da riporsi nel novero degli esempii citati, l'ipotesi del Laplace, e cessa perciò nelle menti uno de' principali motivi che l'ha fatta e la fa tuttavia accettabile ai dotti.

Senza che non sembra a me che vengano a confortarla troppo gagliardamente le prove e gli esempi dedotti dall'analogia. Stupende in vero son l'esperienze del Plateau, ma io non so poi se gli effetti e i modi che si osservano in una gocciola di olio, sottratta all'azione

della gravità e opportunamente agitata nel liquido in cui galleggia, si possano applicare agli effetti e a' modi secondo i quali si compone e s' informa di nuovi mondi una nebulosa. Io dubito anzi che in quel modello del sistema del mondo, così ingegnosamente offertoci dal Plateau nella sua boccia, si trovi quel difetto stesso che sagacemente rilevò Galileo ne' modelli di qualsiasi macchina, che cioè il loro consistere ed operare non è argomento del consistere e dell' operare le macchine in grande, fiaccandosi gli organi quando dal peso maggiore ne son vinte le resistenze.

Nè più di questo del Plateau muovemi quell' altro argomento, che il Laplace stesso deduce per l'esempio e per l'anologie della luna, la quale è secondo lui in cielo un fatto vivo e parlante delle vicende subite da lei nel trasformarsi, secondo l' immaginata teoria, e un presagio di quel che avverrà forse un giorno alla terra. La luna è, secondo il Laplace, una cosa morta, un tizzone spento, un cadavere di pianeta. Assiderata com' è nel freddo, per essersi il calore iniziale di lei tutto irraggiato, non ha più aria, non acqua, non vita.

Che tale sia veramente la Luna è un pezzo che l'hanno detto gli astronomi, a' quali dette impulso a immaginarla un tizzone spento il vederla sforacchiata a quel modo e bollosa; e del non esservi aria si persuasero dal vedere, che senza alcun segno di refrazioue s'asconde dietro il suo globo e si discopre una stella.

Ma non è il fatto delle rifrazioni, anche quando fosse certo, altro che un argomento negativo, il quale torna contr'altri positivi debole e insufficiente. E di argomenti positivi, che provino al contrario di quel che fu creduto universalmente essere intorno alla luna, come intorno alla terra, un'aria che la circonda; di questi argomenti dico non manca, e gli traeva ora argutamente il De La Rue dagli effetti chimici della luce nella selenografia fotografica, e il Neison da' ricrescimenti del diametro lunare per l'effetto dell' irradiazione, paragonato a' ricrescimenti che, per sola e indubitabile causa delle rifrazioni, subisce il diametro stesso misurato per via delle occultazioni e degli scoprimenti di una stella dietro il disco lunare. Ma se, come voglion dire gli astronomi, quelle profonde aperture che si vedono nereggiare per l'ombre in faccia alla Luna son crateri di vulcani, che serbandosi intatti negli orli mostrano d' essersi formati in tempi non molto antichi; e se anzi hanno affermato esservi avvenute novità, come nel cratere di Linneo, dalla scoperta dei cannocchiali in poi, da far credere che durino que' vulcani della Luna tutt'ora attivi; com'è possibile che non esali insieme alla lava un'aria,

la quale posandosi sulla superficie lunare producavi effetti ottici e chimici simili a quelli operati da quest'aria sopra la terra?

In ogni modo è da pensare che fu la scienza geologica quella che acquistò favore alla teoria del Laplace, perchè porgevasi molto bene allora alle sue intenzioni, e a' que' suoi primi immaginati sistemi. Ma ora che la geologia moderna ha disfatto tutti i primi edifizi fantasticamente architettati per edificarvene sopra di nuovi e più fermi; non solo non mostra più di far festa alla teoria del Laplace, ma vorrebbe anzi togliersela di casa com' un oggetto che sia oramai divenuto un impaccio; e se la pare incerta nel darle, così come vorrebbe, risolutamente licenza, è per un rispetto e per un obbligo che ella sente averle del servigio prestato. Finchè infatti ebbero nella scienza onore e culto le vecchie teorie del Beaumont e del De Buch, la teoria del calorico centrale che furiosamente si sfoga sollevando a un tratto i continenti e i lunghi e interminati gioghi delle montagne, era anche insieme tenuta in onore; ma ora che s'è avvista la scienza esser quella un' immaginazione ed essere invece la verità che i continenti si sollevano lentamente, e anche lentamente s'abbassano qui levando il dorso e là attuffandosi di nuovo sotto all' acqua de' mari; ora che s'è persuasa la scienza, per l'osservazione sensata, che non sono i monti tumori di terra sollevati dalle forze intestine, ma mucchi di materie eruttate; ora che non si possono più i fatti geologici spiegare per i furiosi sfogamenti subitanei di un calore che via via si spenge, ma per una interiore fucina, che si rifaccia sempre di quel che perde, serbando una sempre uguale intensità d'incendio perenne; ora dico che la scienza geologica si trova a tal termine, la teoria del Laplace appar vieta, e quasi come una base di cartone intignato sotto a solidi ed eleganti vasi di cristallo o di argento. La nuova teoria dello Scrope in conclusione ha licenziato o studia almeno di licenziare il Laplace, invocato prima con sì gran devozione da Elia di Beaumont e da Leopoldo De Buch. Si potrà egli forse sperare che in questo farsi e disfarsi continuo di sistemi succeda allo Scrope qualcun altro che venga a restituire al Laplace il perduto onore? Io credo che ne dubiterebbero tutt' i savii ripensando che son condotti i geologi a comporre que'loro sistemi non per capriccio di novità, ma perchè gli antichi non rispondevano all' osservazione de' fatti, ond' è che non si può sperare che si rinnuovi un ipotesi, la quale neghi e contradica a quel ch'ella fu invocata per confermarlo con le ragioni. Se in qualche parte s' innoverà forse la teoria dello Scrope sarà non nel modo com'egli spiega il sollevarsi de'con-

tinenti e de' gioghi montani, ma nella ragion ch' ei reca del mantenersi quella forza di sollevamento sempre viva ed eguale. Imperocchè egli e il Bischof, con tutti i nuovi geologi, credono che il fuoco centrale si rifaccia continuo, perch'è incessante l'opera delle chimiche combinazioni, al calore svolto dalle quali il Bischof commette la virtù di sollevare i continenti. Ma vien la chimica ad annunziargli una terribile minaccia. È qualche anno che s' incominciò a dubitare se le pressioni possano impedire gli effetti dell' affinità, e il Cailletet ha dimostrato coll' esperienza che diminuisce l' azione chimica sui corpi di mano in mano che va crescendogli la pressione. Si vede ora bene che anche a poca profondità debbono esser lentissime le combinazioni chimiche sotto il grave peso degli strati terrestri, e insufficienti perciò ad operare que' così grandi effetti che sono stati loro commessi. Sarebbero di ciò un esempio le lave, le quali non sono altrimenti fuse come fu creduto fin qui con inganno universale, ma sono una mistione di più parti qua e là raccolte dall' acque, e rimaste nell' esser loro dentro il liquido rovente. Come mai le materie della lava non si combinarono insieme? e giacchè anche la fusione è un fatto chimico, a quel che pare, come mai non si fusero almeno sotto all' altissima temperatura di quel calore? Son tutte queste domande, che possono confondere il Bischof, e nuovi argomenti di credere che non avvengano nelle profondità della terra fra' corpi, per via della pressione, chimici effetti. Ma questo non fa che a cagion del Bischof s'abbia a licenziar dalla scienza lo Scrope, e sperar di revocare il Laplace; imperocchè rimarrà sempre in qualunque vicenda vero il fatto de' sollevamenti continui, all' effetto de' quali è necessario un calore che sempre arda uguale. Che se non si possono a produrlo invocar l'azioni delle combinazioni chimiche, saranno sufficienti le pressioni, come sopra si disse. E in verità qual' altra miglior sorgente di continuo calore perenne può invocarsi a spiegare i nuovi fatti geologici osservati, di quel che non sieno le pressioni della materia terrestre verso il suo centro, che non cessano e non possono cessar di operare i loro effetti senza che la terra stessa non si dissolva? L' origine dunque del calore interno della terra, che noi abbiam veduto dover riconoscersi non dal calorico primitivo della nebulosa infocata, ma dal premere della materia al centro che d' ogni parte la chiama; mentre dispensa da un canto la scienza dal rivolgersi ossequiosa all' ipotesi cosmogonica del Laplace per rendersi la ragione del calorico centrale, giova dall'altra a spiegar come non sia

quel calorico esausto nè tuttavia esauribile, confermando così, meglio di quel che non faccia la chimica del Bischof, le scoperte nuove e le nuove teorie dello Scrope intorno alla dinamica terrestre. Ritornando perciò al principio d'onde movemmo il ragionamento, io ne concludo che la teoria del Laplace, de' raffreddamenti superficiali del globo, a spiegar la ragione del periodo glaciale, è incerta in sè e con la nuova scienza geologica incompatibile.

III.

Ma perch' io credo, che non sarà facile cancellare da' libri e spengere nelle menti le splendide fantasie, che disegnava colle seste in mano il Laplace nell' azzurro campo de' cieli; poniamo anche noi per vero che tale quale egli la immaginava fosse l' origine del calore centrale. Poniamo anche per verosimile che il disperdersi per gli spazii il calore irraggiando dalla superficie terrestre fosse la cagione unica che ridusse il nostro globo e invetrarsi nel ghiaccio e a incanutir nella neve. Passiamoci altresì dal richiedere con qualche istanza al Laplace e a' seguitatori di lui, qual fosse propria cagione perchè la terra si sfogasse a un tratto di quel suo primo ardore per ritemprarsi poi ne' tepori del periodo presente: ma tutto questo non fa nulla ancora al proposito nostro, o meglio a quello della nuova paleontologia cronologica, se non si può in quella teoria definire il tempo, in che il gran fatto geologico avvenne. Quel che dunque rimane a noi che si cerchi, dopo aver largamente concesso che si possa anche avere quella teoria per probabile, è se si può con essa indagare in quale delle tante età passate da lei s' abbattè la terra a sentirsi correre per le gran membra i brividi di quel gelo mortale.

Non sembra per verità, al primo balenarmi al pensiero una luce, che si presenti di quel problema troppo ardua o estranea la soluzione perch' io mi ricordo ora essere stata una felice idea di Galileo, feconda di tutta la meccanica celeste, quella di riguardare la luna come un pendolo invisibilmente appeso alla terra; e per una somiglianza de' semi o di altri corpi più piccoli e più leggieri che si secernono in un vaglio, mi ricordo avere il Guericke intraveduta la ragione del ritrovarsi le lune più o meno grandi star più o meno d' appresso al gran corpo di Giove. La terra stessa è pure un gran pendolo invisi-

bilmente attaccato al sole con un filo che ora accorciandosi e ora allungandosi passa nell' afelio più lentamente gli spazii, e nel perielio poi più veloci. Ond'è che essendo naturalmente il moto della terra e degli altri pianeti il misuratore del tempo per noi, l'arte imitando in terra quel ch' avea contemplato ne'cieli, imparò col pendolo a misurare le minuzie de' tempi. Opportuna mi sembra perciò questa considerazione al caso nostro presente, perchè rotando la terra nel movimento diurno intorno a sè stessa, si può indipendentemente dalle relazioni che ha col sole rassomigliar la sua conversione al moto oscillatorio di un pendolo, o d'innumerevoli pendoli se si vuole, che tutti vibrando ne' piani dell'equatore e de' paralleli terrestri abbiano il loro punto di sospensione nella lunghezza dell'asse. Ora è, ne' pendoli di varia lunghezza, legge dimostrata matematicamente da Galileo che le lunghezze delle corde han fra di loro la proporzione medesima che hanno i quadrati de' numeri delle vibrazioni fatte nel medesimo tempo, onde è perciò che a quella stessa proporzione i pendoli più corti vanno via via più veloci. S'ha di questa legge meccanica un esempio domestico negli orologi, i pendoli de'quali, accorciandosi al freddo nel verno, affrettano all' orologio il moto, e allungandosi al caldo la state invece l'indugiano. Ma quel che avviene per gli effetti del caldo e del freddo a'nostri orologi fabbricati dall'arte, dee ugualmente avvenire a quel più grande orologio naturale, da cui solo si tolgono le ore, dico del gran pendolo terrestre; il quale essendo come tutti gli altri corpi soggetto anch'egli a patire gli effetti del calido e de' geli dee perciò allungare e accorciare con tutta la sua mole i raggi, e fare le rotazioni sue più o meno veloci.

Poniamo intanto che fosse un tempo soprappesa la terra a un tratto dal freddo, che la fece tutta agghiacciare: ella dovette per questo intirizzire e contrarsi tutta in sè stessa, e per la legge del pendolo ora detta velocitar quasi ferza al palco la sua danza. Così dev'essere senza dubbio avvenuto, ma è egli possibile di conoscere in qualche modo il fatto? D'onde si può da noi ad accertarsene ritrovare un indizio? Per rispondere alla domanda pensiamo un poco che la durata del moto vertiginoso della terra intorno a' suoi poli è la misura giusta della durata del giorno, e sarà il giorno perciò più o meno breve secondo che in più o meno breve tempo si rivolge la terra intorno al suo asse. Ora trovan gli astronomi la misura di quel tempo osservando quanto penino a tornare, il sole o una stella, sotto il medesimo circolo meridiano; ed è il frattempo de' due passaggi la

misura esatta della durata o del giorno solare o del giorno sidereo. Se fossero stati dunque i primi uomini astronomi, e se avessero lasciato nota, a' posteri, o negli scritti o ne'monumenti, delle loro antichissime osservazioni astronomiche e del passaggio degli astri a' meridiani, si potrebbe, confrontando colle loro le nostre osservazioni presenti, vedere se il sole o le stelle passarono a un meridiano o più presto d' ora o più tardi; ond' è che trovando per esempio passare allora più presto s' inferirebbe che il giorno si spediva allora più breve, da crederlo probabilmente un effetto della temperatura glaciale. L' età e i progressi di quelle variazioni subite dalla terra, che colla sua vertigine misura i giorni, ci farebbero trovare il tempo in che cominciarono i verni e la vicenda strana subita da' ghiacci. Ma chi potrebbe sperar di scorgere tanta luce in quel primo freddo di tenebre desolate? Noi che pur reputiamo un gran fatto il trovar di mano di quegli uomini antichi condotto con qualche arte un disegno, che potrebbe pure esservi stato inciso con più gran maestria da un nostro fanciullo; come sperare di trovare alcun documento scritto, o comecchè sia figurato, di scienza astronomica?

Nella storia il principio, infino al quale si può risalire, è posto in quelle antiche osservazioni che abbiamo de' Caldei e dei Chinesi, degli Arabi e de' Greci, i quali poco avendo atteso, per difetto di strumenti e per complicanza e tardità di moti, al sole e agli altri pianeti, parve che a sola la luna rivolgessero l' amore de' loro studii. Dalla luna prendevano que' buoni antichi la misura agli anni, alle settimane, alle stagioni, e per meglio osservarla salivano sulle vette dei monti, ed ivi a ogni ricorso e a ogni fase, quasi a benefica Dea che gli governasse dal cielo, offerivano sacrifizi. Da un'altra parte l'essere la luna il più celere di tutti gli astri, e per la sua grandezza rispetto alle stelle, e per il soave suo lume rispetto a'fulgori abbaglianti del sole il lasciarsi così facilmente guardare, porgeva un facile modo a quella prima gente di studiarne i moti e le vicende; intantochè era giunto Anassagora a predire il giorno e l' ora di un ecclisse di sole, e furon perciò gli ecclissi che offerirono alla storia dell' astronomia antica i fatti più importanti e le osservazioni più esatte. Ci contenteremo anche noi dunque di quelle osservazioni, risalendo in fin là dove i greci incominciarono a studiare con qualche ordine di scienza le leggi de'movimenti lunari, e sarà la luna a noi quasi specchio in che vedremo riflesse le vibrazioni del gran pendolo terrestre, misuratore naturale de' tempi.

Rispetto poi alla soluzione di quel problema, intorno al quale s' intrattiene ora il discorso, è vero che noi non possiam giungere propriamente infino a quel tempo in che la terra rattrappiva nel gelo, ma se il gelo colse veramente la terra per quella ragione che dicesi dal Laplace, dee pure qualche parte del calor primitivo per l' irradiazione esser perduto dalla terra senz' altro compenso, anche in que' venti secoli che son da noi ad Anassagora e Ipparco. La via perciò di giungere più sicuramente e più speditamente alla conclusione, è quella di paragonare con la velocità presente la velocità che aveva o doveva aver la luna a' tempi d' Ipparco, e sarà o potrà almeno supporsi essere un effetto naturale della temperatura il trovar che la luna era a que' tempi, rispetto a' nostri, più o meno veloce. Poniamo infatti che la terra, come dovrebbe avvenire nell'ipotesi del Laplace, avesse in que' dumil'anni perduto alcuna parte del calor suo naturale: dovrà per un effetto necessario aver costretto la terra stessa in quel frattempo il volume, e velocitare perciò la rotazione. Essendo il moto diurno più veloce, ogni astro e perciò anche la luna deve apparir di muoversi più pigramente, ond' è che s' è vero quel che dice il Laplace, dee il moto della luna da' tempi d' Ipparco in poi parere ed essere men veloce. Ma i fatti invece mostrano che avvenisse già tutto al contrario, perchè calcolando il luogo della luna nei secoli andati, si trova una differenza notabile fra' calcoli stessi e le osservazioni, e la differenza cresce via via col quadrato de' tempi. Se dunque gli spazii passati dalla luna son minori di quelli che dovrebb'aversi secondo i calcoli, presa l'unità del moto dalle velocità attuali, la luna stessa in antico era meno veloce e s' è venuta affrettando via via più che mai.

Quando l' Halley il primo s'accorse di questo fatto singolare, fu preso di grande stupore, perchè non vedeva come poterlo intendere co' soli principii dell'attrazione universale. Ma più che lui dovette poi mettere in gran pensiero il Laplace, contrariando quel fatto così gagliardamente le sue splendide fantasie cosmogoniche. Non si perse nulladimeno di coraggio quel grandissimo ingegno, e non sperando oramai di poter riuscire a provar co' moti della luna il progressivo raffreddamento terrestre, non fu prova certo di piccolo valore quella di dimostrare che se il giorno da' dì d' Ipparco in poi non era divenuto più breve, per cagione della temperatura, non era nemmeno allungato della centesima parte di un minuto secondo. La via di riuscire all'intento fu di mostrare che l'accelerazione della luna, la quale dopo

le sue mirabili teorie meccaniche si chiamò secolare, non dipende dalle alterazioni della temperatura subite dalla terra, ma è piuttosto un effetto semplice e naturale della gravitazione.

L'esser così felicemente riusciti gli astronomi coll'applicazione delle teorie newtoniane a rendere una ragione certa di tutte le ineguaglianze della luna osservate con un senso di mistero ineffabile infino da Tolomeo e da Ticone, non riuscì a infondere una speranza nemmeno nel grande Halley, che quel che aveva fatto il Newton per calcolare gli effetti dell'evezione e dell'equazione annuale, si potesse ugualmente fare per questa nuova e strana ineguaglianza dell'accelerazione secolare. Ma il Laplace non impaurito alle difficoltà, che si facevano l'Halley e il Mayer, volle sottoporre all'analisi matematica i movimenti della luna, e riducendo alla sola gravitazione e all'attrazione del sole di que' moti lunari tutta quanta l'ammirata efficienza, dimostrò come la luna stessa si accelera e indugia i moti del nodo e del perigeo non per altra cagione che per diminuire che fa via via l'eccentricità dell'orbita terrestre. Parve il Laplace stesso plaudire allora alla sua propria vittoria, ricantandogliela in coro festivo il Damoiseau, l'Hansen e il Plana; ma io non posso tenermi dal dire che i poderosi calcoli di lui non quietano in tutto la mente a chi è pure entrato in dubbio delle sue teorie, perchè se la durata del giorno in dumil'anni non ha fatto una minima variazione, in dumil'anni dunque non ha provato la terra sensibile diminuzion di calore. Or chi potrebbe indursi a creder ciò, ripensando, se non altro, a quell'immenso ardore che s'è sfogato in quel così lungo tempo, dalle viscere della terra nella bocca aperta di tanti vulcani, e nelle scaturigini di tante acque termali, e nell'opera meccanica di tanto estesi e sì ponderosi sollevamenti? E nonostante sembra agli effetti che, più presto ch'essersi la terra contratta nella sua mole, si sia dilatata invece, e pur tuttavia si dilati. La meccanica del Laplace è dunque manifestamente contradetta dalla geologia, e se l'Hansen e il Plana vivessero oggidì discorderebbero senza dubbio da quella insegna.

Sia nullalimeno com'essere si voglia, è avvenuto a noi come a chi va con la lanterna innanzi per farsi lume alla sua via, che progredito per breve tratto vacillante ed incerto vegga a un tratto spengersi il lume, ond'e' non sa più nè la via d'andarsene innanzi, nè quella di tornarsene indietro. No', siamo anche noi andati un pezzo avanti al lume della teoria del Laplace, per ritrovare la via che ci

conduca infin su a' tempi glaciali, e in sul più bello delle speranze, quando si sarebbe creduto d'avere a leggere la misura di quel tempo nella vibrazione perpetua de'pendoli della terra e della luna, quel lume ci s'è spento. È bene però che si proceda anche più oltre nelle indagini, e si veda come il Laplace preoccupato tutto in far difesa paterna alle vagheggiate teorie cosmogoniche, pigliasse errore nelle meccaniche; e come si debba accelerar la luna per bene altre ragioni, che il Laplace non computò, e come altre ragioni concorrano e sieno ne' tempi andati maggiormente concorse, non a restringere, ma piuttosto a dilatare alla terra il volume.

Avviene a' grandi ingegni, nel raggiare la luce de'loro insegnamenti, quel che avviene a un fuoco che arda proprio in sugli occhi, i quali rimangono a un tratto così abbarbagliati che non discernono alcun termine fra la luce e le tenebre circostanti; ma come quel fuoco si dilunga, vede allora l'occhio la fiamma terminata tutta all'intorno e ne giudica l'intensità, e ne misura la grandezza. Simile avvenne al Laplace nel quale, mentre che ei durò a sfolgorare colla luce del grande ingegno presente, non conobbero i contemporanei alcun limite alla potenza del sottoporre qualunque sorta di moto alle leggi del calcolo con sicurtà d'infallibile effetto; ma come incominciarono quegli splendori a rimanere addietro al flusso del tempo, e gli occhi gli riguardarono dalla lunga, volgendosi indietro, e gli trovarono impiccoliti e vi poterono con libertà fermar sopra lo sguardo, seppero discerner bene i confini dove la luce si confonde a principio e finisce per morire nelle tenebre affatto.

Chi primo osò di volgere l'acume critico sul gran trattato della Meccanica celeste fu quell'Adams, che tuttavia studente all'Università di Cambridge, ebbe col Leverrier gran parte nello scoprimento del pianeta Nettuno. L'Adams rompendo i lacci che tenevano la Meccanica celeste avvinta all'altare dell'idolo suo, mostrò che i calcoli del Laplace, per computar gli effetti della gravitazione sull'accelerazion secolare della luna, non erano esatti. Avea trovato il Laplace per quell'accelerazione poco più che dieci minuti secondi; e seguitando l'orme di lui ne avea trovati undici e mezzo l'Hansen e dieci e mezzo, con poca differenza tra loro, il Damoiseau e il nostro Plana. L'Adams invece non preoccupato da nessuna autorità di maestro, applicando con libertà di filosofo la teoria al calcolo, trovò che per gli effetti della gravitazione sola non poteva la luna accelerarsi che di sola la metà di quel ch'era tornato a' calcoli del Laplace e de' suoi

seguitatori. E da un' altra parte è un fatto che non è l' accelerazione della luna cinque secondi, o sei come più giustamente trovò il Delaunay, ma dodici come fu trovato in effetto da' laplassiani. Dico essere un fatto perchè se sei minuti secondi e non dodici fosse l' accelerazion lunare non sarebbero potuti vedersi gli eclissi totali in que' luoghi che ci son narrati dagli storici antichi, e nel 19 maggio ad esempio del 558 avanti G. C. non si sarebbe dovuto il cono ombroso della luna proiettare su Ninive. Se dunque è dodici minuti propriamente l'accelerazione secolare, e se non può l'attrazione neutoniana velocitar la luna che di sei soli, l'onde vien mai quell' impeto che fa velocitarla per gli altri sei?

Il Mayer incominciò a ripensare agli effetti, che sulla vertigine della Terra potesser aver l'onde della marea attratte e sollevate, come si sa, dalla luna, e rivelò questo suo pensiero senz'altra intenzione nel libro della Dinamica del cielo; ma il Tyndall poi lo raccolse, come seme ch' errando per l' aria cada in terreno acconcio da germogliare, argomentandosi di dimostrare col seguente ragionamento l' effetto che avrebbe dovuto fare l' attrazion della luna sulla marea, per indugiare il moto alla terra. Poniamo, ei dice, che sia la luna ferma e si volga da occidente in oriente sotto di lei la terra come una ruota. Può la luna in qualche modo rassomigliarsi a una elettrocalamita, e le montagne terrestri rassomigliare a' verricelli di quelle ruote che si fanno volgere sotto gl'influssi magnetici di questi nuovi motori. Quando perciò la terra si trova a dover passare con una delle sue montagne sotto la luna, essendo da lei attratta la montagna com'è attratto il verricello dalla calamita, aggiungerà la terra al moto suo maggior fretta; e passata la montagna al meridiano dalla parte di oriente invece la indugerà, seguitando pure la luna ad attrarre dalla parte contraria. Ma computando in conclusione la fretta avanti e l'indugio dopo, vien l'effetto a riuscir nullo, tirando con la medesima energia la luna e prima e dopo il passar della terra al suo meridiano. Supponiamo però che sieno sulla terra stessa alcune montagne non consistenti e ferme, sicchè riescano ora da una parte ora dall'altra del meridiano celeste, ma sieno queste montagne mobili, che si vadano con vicenda continua sfacendo e rifacendo, per modo che riescano all'oriente della luna sempre e in qualunque caso: l'indugio allora nella rotazione terrestre è certo, non venendole ora più come dianzi dalla fretta occidentale il compenso. Tali sono appunto le onde della marea che riescon sempre dalla parte orientale della luna lon-

tana tre ore; ond' è che la luna stessa esercitando, come sulle montagne salde, l'attrazion sua su quelle liquide alture, convien che necessariamente s'indugi sempre, per l'effetto di lei, la rotazione terrestre. Ma questo che fu dal Tyndall dimostrato per una semplice ragion fisica fu poi dal Delaunay sottoposto al calcolo della ragione meccanica, dimostrando come si dee veramente la luna accelerare, per cagione della marea, di que' sei minuti secondi, che aggiunti a quegli altri sei, di cui s' accelera la luna stessa per gli effetti della gravitazione universale, s'assommano in que' dodici minuti secondi, quanti per l'osservazione diretta riscontrata co'calcoli s'è trovato propriamente esser la misura più giusta dell' accelerazion secolare. Ora io dico che anco quando, per la sempre diminuita temperatura, si fosse il volume della terra rattratto, come porterebbe per conseguenza logica l'ipotesi del Laplace, sarebbe impossibile il discernere dagli effetti che produce sulla mole terrestre la temperatura quegli altri effetti contrarii che vi producono le maree. Di che si persuaderà forse anche meglio il lettore pensando che que' ritardamenti fatti al moto terrestre, per cagione del flusso e riflusso de' mari, non sono poi così semplici da poter esser tutti minutamente ridotti alla ragione dei calcoli.

Aveva già Galileo sagacemente osservato che il moto della terra così diurno come annuale, benché nessuno allora dubitasse della sua uniformità, è notabilmente difforme, e ne recava la ragione al partecipare che fa la terra insieme a' due moti, e principalmente alla luna che ora avvicinandosi ora dilungandosi dal sole faceva l'effetto stesso sui movimenti terrestri che fa il piombo attaccato al volante degli orologi. La congiunzione poi de' due moti operava secondo Galileo questo: che il moto diurno ora accresce ora detrae al moto annuale, ond' è che viene per necessità a riuscire ora più ora meno veloce. Intendeva Galileo applicare queste alte speculazioni di meccanica celeste, memorabili anche agli scienziati moderni, alla spiegazione dei ritorni mestrui de' flussi e riflussi marini, e s'argomentava così di rendere una ragione di quel che non poteva intendersi altrimenti che nel sistema delle orbite ellittiche, e in ciò s'ingannava, ma non è per questo men vero che pel conflitto e la pace di que' moti, e per parteciparsi di quegli all' aria e alle mobili acque de' mari, non si producano su tutta intera la superficie terrestre attriti vivi, che debbono, secondo le moderne teorie consumare al moto le forze, e ritardare perciò incomputabilmente alla terra i tempi della sua conversione.

Ma oltre alle ragioni meccaniche di quegli effetti così minutamente indagate dal Delaunay e ultimamente dal Liais, son da riconoscere altre cagioni geologiche, alle quali non s'è forse ancora pensato quanto pure si converrebbe, a dare una teoria compiuta delle disuguaglianze lunari. Fu dagli astronomi sospettato in principio che la cagione di quelle disuguaglianze potess' essere un' alterazione subita dal volume della terra, e non avendo saputo riconoscere altra origine di quella alterazione che negli effetti della varia temperatura, al trovarsi a effetti tutti contrarii, come lasciarono ogni pensiero intorno a' gradi di calore perduti dalla terra per cui la si sarebbe dovuta restringere nella sua mole, così non si dettero altro pensiero di ricercare se quel ristringimento o quel dilatamento dovesse venire alla terra da qualche altra cagione, e non uscirono, così il Laplace come il Delaunay e gli altri astronomi, da' termini delle ragioni meccaniche. Ora io dico che dee la terra aver subito e subire anche tuttavia una continua alterazione nella misura della sua mole, non per cause termiche, ma per cause geologiche, cause ch' io dissi non dover fuggire alle indagini degli astronomi, a voler darci compiuta la teoria così importante e così complicata de' movimenti lunari.

A voler poi che il mio lettore comprenda quelle cause geologiche, ch' io dico aver fatto alterare alla terra il volume, immagini la terra stessa com'era o come doveva essere nella sua superficie prima dell'epoca geologica presente. Perciocchè i grandi rilievi e i termini di questi nostri continenti ebbero dopo quell'epoca la spinta e il disegno, si può fra la terra di allora e la presente far lo stesso ragguaglio che tra un campo sodo e un arato. La similitudine è tratta da umile luogo, ma per quanto si può le cose piccole paragonare alle grandi non sembra a me per questo che sia meno vera. Insistendo perciò, dovrebbe convenire il lettore, che, secondo le moderne teorie geologiche accettissime, il sollevamento de' continenti non è propriamente che una grande aratura della superficie terrestre. A tal conclusione infatti riducesi la teoria dello Scrope e furono perciò i sollevamenti alpini paragonati a quelli delle talpe o di alcuni insetti che frugano a poca profondità la superficie di un terreno sodo, rotto e frantumato dal vomere del muso di quegli animali o dalla leva del dorso. La terra perciò così sollevata nella distesa immensa di questi nostri boreali continenti, e resa soffice dall' agitarla e dal tritarla tutta che facevano tante forze in tanti versi, convennè che ricrescesse notabilmente del suo volume, e di quel suo ricrescere ne provasse

gli effetti. Di questo poi ch'io dico si vedranno anche meglio le conseguenze se con la teoria del Bischof e coll'esperienze del Daubré si conforti la teoria dello Scrope, il quale tutta commetteva l'opera dei sollevamenti all'effetto de' calori intestini. Ma il Bischof introdusse di più nella dinamica terrestre la decomposizione delle rocce, e il Daubré sperimentando sul vetro, il quale può rappresentare in sè le qualità di tutti i minerali che si trasformano nell'interno del globo, trovò che in quelle trasformazioni ricresce il vetro il suo volume di più che un terzo. Sarebbe avvenuto perciò alla terra, nel passare a costituirsi nelle condizioni dell'epoca presente, quel che presso a poco avviene a una zolla di calce viva bagnata dall'acqua, la quale trasformandosi da calce viva in idrata, si riscalda e rigonfia così da aumentare di più che il doppio la capacità del suo primo volume. Dalle fessure poi prodotte nella superficie da quel fermento di trasformazione delle rocce profonde, risalirebbero su nuove materie come dell'uovo ammaccato, da cui geme l'albume, o come avviene del ghiaccio, la cui superficie è rotta dall'impeto della nuova acqua che, sotto essendo anch'essa vicina a ghiacciare, si rarefà e inonda per le fessure, e così fa que'rialti, per cui tutta la superficie del ghiaccio si mostra ineguale, con somiglianza assai viva, a quel che mi sembra, e quanto all'apparire e quanto alle cagioni dell'essere, di quel che vedesi ne'monti e nelle valli della gran superficie terrestre. Come dunque ricresce assolutamente il volume dell'acqua ghiacciando, per la rarefazione che v'induce la forma cristallina delle sue particelle, e come ricresce anche relativamente per via de'rialti della sua superficie; così ricresce il volume alla terra assolutamente per quella fermentazione intestina della materia che ne compone la mole, e ricresce anche relativamente per il rilievo delle montagne.

Senza che non dee l'opera di quegl'insetti che hanno fabbricato isole di coralli e montagne di pietre calcari essere riuscita in aumentare il volume alla terra d'insensibile effetto, nè senza effetto sensibile debbono esser caduti a far ripieno alla terra stessa i tronchi e le fronde e gli steli verdeggianti un tempo per le antiche foreste. Imperocchè la vita ha condensato in quell'isole coralline, in que'candidi monti delle dolomie, in quelle miniere di carbon fossile etere che non ponderava prima sulla terra, e v'ha rilegato arie che fuggivano prime libere dagl'impacci della sua mole. Ond'è che la vita animale e vegetale in quanto ha preso parte a formare la terra, dee avere operato in aumentarne effettivamente il peso e il volume. Da questo fatto poi

indubitabile consegue che la terra dovette accelerare la sua diurna rotazione, ond'è che a voler computare il tempo in che, insieme all'apparire di questi nuovi continenti accadde la stagione de' ghiacci, converrebbe all'effetto condensatore del freddo nell'ipotesi del Laplace poter sottrarne quell' altro effetto contrario. Ora è impossibile per certo che sia il fatto poter tutte a ragione annoverar le cause che sconvolsero la superficie della terra e che fecero alterarne il volume, troppo vicine a noi essendo quelle astronomiche osservazioni sul moto della luna, da paragonare colle presenti. Ma ben più incerto e difficile è il computare i gradi della temperatura, che son periti via via dalla terra, a voler ridurre i quali alla loro più giusta misura converrebbe poter sapere come si disse quanto di quel calore s'è sfogato ne' vulcani e nelle sorgenti termali, e più ancora quanto s'è di esso trasformato in forza per sollevare i continenti.

Restringendo ora in poche parole tutto questo nostro lungo ragionamento, si può in conclusione dir ch'è incerta l'ipotesi del Laplace, e non probabile perciò l' opinione che agl'irraggiamenti del calore iniziale della terra reca l' origine de' ghiacciai, e che anche quando quell'ipotesi fosse vera non è possibile venir per essa alla soluzione del gran problema, ch' è ora principale intento della scienza moderna, di fermare cioè il tempo in che i piedi del prim' uomo lasciarono impresse l' orme sulla polvere della terra.

IV.

Veduto che il fatto e il tempo de' ghiacci non si possono dimostrare né computare nell'ipotesi del calore proprio e iniziale della terra repentinamente irraggiato ne' vuoti spazii celesti, non sembra da lasciare indietro di considerare quell'altra più semplice e naturale ipotesi, che cioè vengano il freddo e il caldo alla terra dall'irraggiamento esteriore de' mondi stellari. E perchè la prima e più potente virtù all' irraggiare il calore, e quella ch' è più di ogni altra palese al senso ne' suoi proprii effetti, è fra tutti i corpi celesti il sole, che tempera a' climi della terra le vicende annuali, è naturalissimo a ripensare che forse un tempo il sole, non più ardendo, qual che ne fosse cagione, in quella sua prima intensità di fuoco, facesse patir freddo alla terra, che si riscalda alla sua fiamma. Notabile è a questo proposito un pensiero che cadde in mente al Baliani, messosi a speculare

intorno agli effetti meteorologici delle macchie del sole allora allora scoperte, e il suo pensiero fu questo: che dovevano quelle macchie impedire i raggi del sole e far perciò variare la temperatura nello stesso clima e nella stessa stagione. Trovandosi egli perciò in Genova negli ultimi giorni di Marzo dell'anno 1614 sotto un freddo più intenso che nel Gennaio, propone a Galileo di ricercar la causa di quell'effetto, piuttosto che nella congiunzion di Saturno, nella sfera stessa del sole, che fosse di que' dì coperta di più dense macchie, e più estese che nel gennaio; e mette un'ardita speranza di prevedere i giorni più freddi e più turbolenti, che saranno per seguitare, osservando col canocchiale l'avvicinarsi e l'addensarsi delle nubi. Questo pensiero del celebre fisico di Genova rimase come tanti altri di lui che si trovano nelle lettere scritte a Galileo, per lungo tempo solitario e infecondo, finchè in questo affaccendarsi della meteorologia a' nostri giorni ebbe dagli studii di lei nuova vita, dacchè a' noncuranti italiani venne a rammemorarlo e a mostrarne l'importanza il ginevrino astronomo Gautier.

Si può egli dunque credere che causa di quel freddo intenso che patì la terra poco prima di ridursi alle condizioni presenti, fosse dovuto al sole che s'offuscasse più del solito nelle sue macchie? Benchè potesse questo pensiero cadere assai facile nella mente de' geologi, io non trovo nulladimeno che ne facessero così gran conto, come parrebbe, o ch'egli credano non dover essere, specialmente dopo le esperienze dell'Henry quella causa efficace, o che le osservazioni non abbian dato a loro speranza a congetture sì ardite. S'aggiunga anche di più che le ipotesi dominanti ora intorno alla fotosfera e alla teoria delle macchie, e che pure in tanta apparente libertà di speculare soggiacciono tuttavia e si risentono degli influssi delle vecchie dottrine del Laplace, fa piuttosto arguire che fossero in antico quelle macchie men fosche, e che più di calore s'irraggiasse perciò allora dalla sfera del sole. La teoria del Laplace però porgerebbe un fondamento a quella ipotesi da un'altra parte, potendo far essa credere che non le macchie sien quelle che spengono o che riparano il raggio calorifico del sole, ma la nebbia della luce zodiacale. Sanno i lettori in che modo risolvasi la questione dell'origine e della natura di quella luce, nelle splendide fantasie del Laplace, e com'egli immaginasse, il celebre astronomo, un anello della più tenue materia avanzata alla composizione del corpo del sole, che rigira ancora intorno a lui per l'impulso iniziale. L'anello perciò della luce zodiacale frapponendosi tra la terra e il sole dee riparare a quella in qualche modo la luce e il calore, e

quanto sarà più intenso e più fitto il suo velo tanto sarà più cagione alla terra di buio e di freddo. Darebbero a questa opinione alcuna fede le osservazioni comparate fatte dal Gaillard alla Guadalupa, al quale non parve trovare altra causa del gran calore saettato in quell'anno 1868 dal sole sopra le Antille, che nell'essersi a paragone dell'altro anno assottigliata così da parere invisibile la materia in che risplende la luce zodiacale. Intende ora bene il lettore che per quanto sia quella materia soggetta a vicende annuali dee anch'esser soggetta a vicende cosmiche, ond'è che s'è vera l'ipotesi del Laplace doveva in antico quell'anello esser più denso e più largo e riparare perciò maggiormente allora e più distesamente alla terra il raggio del sole infocato.

Ma l'effetto di que' raffreddamenti terresti che si può supporre essere stato prodotto dalla luce zodiacale riparante alla terra i raggi solari, si può credere che fosse ugualmente prodotto da altri corpi celesti, i quali rigirandosi per gli spazii mondani venissero talvolta a rinscir sotto il sole eclissandone i calori; ciò parendo tanto più verisimile quanto più si ripensi a quell'antico disordine caotico della materia prima de'cieli, che venivasi lentamente assettando forse con ordine corrispondente al succedersi de' periodi geologici. Di que' corpi caotici che si possono anche, se così si vuole, riguardare come il pulviscolo de' cieli, e de' quali si comporrebbero le comete secondo i moderni astronomi e darebbero materia a' bolidi e alle stelle cadenti, si sono riconosciuti alcuni addensati insieme in forma di anello o meglio di getto paraholico, che s'attraversa all'orbita della terra riparando a lei, come nuvola di locuste volanti per l'aria, le saette del sole. Sanno i miei lettori come giusto al trovarsi la materia cosmica delle stelle cadenti in congiunzione del sole attribuisse l'Erman quella diminuzione di temperatura, che il Brande osservò nel febbraio, e il Maedler in que' tre giorni di maggio celebri nella meteorologia popolare dei paesi nordici sotto il nome di *santi di ghiaccio*. Sanno altresì che facendone poi il Deville soggetto a studii meteorologici, volle confermare le congetture dell'Erman e conchiuder che i nodi delle correnti meteoriche hanno una occulta virtù di alterare alla terra la regola delle stagioni. Si potrebb'egli ora credere che a qualcuna di coteste straordinarie correnti meteoriche si dovesse attribuire quella diminuzione di temperatura che patì la terra nell'epoca glaciale? Parrebbe per verità che non fosse il fatto così facile ad avvenire, perchè poniamo che avesse quella corrente una densità così straordinaria da durare anche qualche mese a passare al perielio, e che per qualche

mese perciò durasse a ecclissare il raggio del sole; se il fatto è causa di raffreddamento da questa parte, può esser causa di riscaldamento dall'altra, come accadrebbe per esempio, contrariamente a quel che credeva il Raitlard, se una nebulosa si fosse a un tratto trasformata e venuta in corrente.

Senza che, giova osservare che manca a quell'ipotesi il fondamento, il quale era posto dall'Erman e dal Deville sulla diminuzione della temperatura annuale, com' effetto creduto operarsi dalle congiunzione della materia meteorica col sole, e il fondamento è crollato dappoichè si calcolarono gli elementi parabolici dell'orbite delle due correnti di agosto e di novembre, e si trovò che non ch' essere in congiunzione, nel febbraio e nel maggio, sono allora invece i meteoriti in opposizione, e tanto nelle loro orbita lontani dalla terra, quanto esser può dalla terra stessa lontana l'orbita di Saturno.

Ma poniamo che o le macchie solari o qualche altra simile alterazione della fotosfera, o l'anello della luce zodiacale o quello delle correnti meteoriche, smorzando la lucerna del mondo fossero cagione alla terra del suo freddo glaciale. Non sarebbe perciò ancora risoluto il problema, non potendosi da noi sapere insieme alla cagione del fatto il tempo in ch' egli prossimamente avvenne, e ch' è nel presupposto de' paleontologi il tempo della venuta dell'uomo. Imperocchè non essendo soggetto a regola il farsi e disfarsi le macchie nella faccia del sole, nè vedendo ordine alcuno d'incremento di densità nell'anello della luce zodiacale, nè altra legge nelle correnti meteoriche che pur quella delle loro orbite; s' intende bene com' abbia a riuscire impossibile di riconoscere o di computare il tempo in che o le macchie più dense o più intensa materia della luce zodiacale o più larga vena di correnti meteoriche spengessero talmente alla terra i calori del sole, da farla tutta agghiacciare. Le stelle cadenti per verità potrebbero sole porgere una qualche misura al tempo di que' lontani cosmici avvenimenti, quando si potesse da' paleontologi confermare l'osservazione dell'Olbers, che cioè non si trova alcuna pietra meteorica sepolta ne' terreni antichi. La paleontologia perciò scavando e osservando con diligenza in qual' epoca della terra s' incomincino a ritrovar le pietre venute da' cieli, e comparando, s'è possibile, la quantità loro trovata in uno strato con quella trovata in altri strati o superiori o inferiori; la paleontologia io dico forse potrebbe giungere un giorno a sapere il tempo, in che si mossero quelle correnti a ricircolar per gli spazii, e quando s' abbatterono quelle correnti stesse ad esser più piene e a

fare perciò più fitta e più larga ombra alla spera del sole. Ma è ella questa impresa che sia fatta ancora? o imprendendola si può sperare che la scienza dell'uomo, per diligentissima che la sia, la possa condurre? In qualunque modo si pensi di dar la risposta, questo possiamo noi concludere di certo, che neanco nell' ipotesi che il calore venga alla terra dall'esterno si può per ora indagare la cagione, e quel che più importa, il tempo che la terra incominciò così stranamente a invetrarsi tutta, come si crede, nel ghiaccio.

Capitolo III.

Ancora della Cronologia Astronomica.

I.

Se credesse il lettore che, dopo essersi veduta riuscire inutile ogni speranza di venire a una risoluzione del problema, si dovesse essere la scienza odierna scoraggiata, e risolversi a confessare umilmente che, a giungere fin là, le ali sue per ora son corte; mostrerebbe di non conoscere ben addentro ancora l'orgoglio profondo, e la fiducia in quella sua onnipotenza ingeritale oramai nell'animo da tante conquiste gloriose, e dal trionfo rumoroso di tante vittorie. Vedute le difficoltà che, a delinire il tempo dell'avvenimento glaciale, venivanle dall'ipotesi dell'irraggiamento del primitivo calore, si rivolse la scienza a considerare il sole, da cui vengono alla terra le vicende di un clima; e non contenta la scienza stessa a sentenziar che non potevasi riuscire per quella via a ritrovare il principio dei tempi, giudicò altresì essere i calori del sole causa non sufficiente di quelli effetti. Fu per questo che scendendo nuovamente di cielo in terra si cercò dalla scienza la ragione occulta del clima glaciale ne' diminuiti tepori dell'atmosfera e dei mari, i quali ricircolando per ogni parte del globo nei flussi e nelle correnti, ha dimostrato la geografia fisica essere quei due mobili elementi dell'acqua e dell'aria che su tutta intera la superficie terrestre dispensano i climi. I climi geografici perciò furon trovati per gli studii dell'Humboldt e del Maury non corrispondere agli astronomici, e chi sopra uno di questi globi o mappe, dove ha l'Humboldt disegnate le linee isochimene e isoterme getta gli sguardi, s'avvede in quanti varii modi s'attraversino quelle linee co' paralleli, risalendo ora, e ora discen-

dendo dal polo. Se perciò la temperatura media di un luogo, piuttosto che dai riguardi del sole, dipende dalla condizione de' venti che v' alitan sopra o tepidi o freddi, o umidi o secchi; comprendesi bene come possa variare un clima rimanendo pure l'ecclittica ugualmente inclinata, variando le qualità de' venti, i quali spirino ora umidi dove prima spiravano secchi, o alitando tepidi dove prima soffiavano freddi. Ma un vento in un luogo riesce umido, se abbia attraversato un mare prima di giungervi, o secco se abbia invece attraversato un arido deserto; ond' è che sole le condizioni geografiche e le circostanze son che danno qualità varia ai venti e varia temperatura ai climi. Se perciò, come si sa essere tante volte avvenuto, un mare si asciughi o un deserto s' inondi, una pianura si rilevi o un monte si abbassi, cangian subito necessariamente natura i venti, e s' altera perciò il clima per tutte le regioni circostanti. Un bell' esempio di ciò n' è porto nell'America meridionale dall'Ande, sopr' uno de' declivii delle quali si riversano quelle piogge abbondanti, che vanno a correre nel gran fiume delle Amazzoni, e sull' altro è il paese del Perù senza piogge. E ciò avviene perchè i venti che sorvolano alla cresta delle Ande muovono d' oriente, attraverso all' Atlantico, dalle onde del quale attingendo l' umido lo riversano, infrigidati dal continente americano, sulla parte orientale, dove rasciugati, cavalcano le Ande stesse e scendono al Perù secchi e ardenti. Poniamo ora che si abbassassero le Ande, o che rimanendo sollevate ricorressero piuttosto lungo la costa americana orientale; il Perù avrebbe allora le sue piogge regolari, e nel declivio opposto i diluvii cancerebbero in poco tempo innanzi a sè il lido, distendendone sotto il flutto oceanino i frantumi.

Quel che poi s' è detto de' mari trasformati in deserti aridi di sabbia così per un'ipotesi, la geologia ci mostra che per le regioni del Sahara avvenne di fatti: regioni smisurate che si distendono dal lido settentrionale nel continente più addentro, e sulle quali si diguazzavano un tempo le onde com' ora vi si rimescolano al vento e si commove per l' aria il polverio delle arene. Per cotesto cambiamento di quel mare affricano in deserto arenoso, dovette necessariamente subire il clima d' Europa un' alterazione così nell' umido delle piogge, come nella quantità del calore annuale; imperocchè attraversando ora i venti meridionali, per giungere a noi, un deserto, ci riescon caldi e asciutti, laddove attraversando prima il mare vi s' impregnavano dell' umido evaporato, e giungevano perciò a noi umidi e freddi. Cotesti venti umidi poi non solo lasciavano intatte

le nevi che imbiancavano il dorso all'alpi, non avendo quel tepor sufficiente a liquefarle com'hanno ora i venti afosi affricani, ma sopprapponevano altra neve all'antica, precipitando i vapori in candidi fiocchi per esser l'aria per sè medesima fredda, e non ricevere alcun riflesso di calor solare dal continente europeo, riparato tutto intorno e occupato di sopra da quegli stessi venti apportatori di nebbie intense e di nubi. Così credono alcuni che il Sahara quand'era mare fosse occasione che s'accumulassero in Europa le nevi, e si stringessero nella durezza de' ghiacci, e che poi trasformato in deserto facesse risolvere i ghiacci stessi e le nevi in quelle liquide correnti, delle quali si vedono ovunque i vestigii, ridestando co'suoi tepori alla terra questa presente famiglia di piante e di animali, com'ogni anno ritorna zefiro a noi in primavera a ridestar da' torpori invernali l'erbe ed i fiori, e a dare il volo alle farfalle risorte a letizia di vita dalla sozzura e dal sopore de' bruchi.

Ma prima di venire a un giudizio intorno a questa che si dice essere stata cagione all'Europa di quel freddo che la fece agghiacciare, giova aggiungere anche un'altra causa non meno potente, e per cui secondo alcuni si sarebbe dovuto massimamente alterare il clima in quasi tutto l'emisfero nostro boreale. È un fatto che dispensiera del calore alla terra non è sola l'aria ma l'acqua, la quale riscaldata dal sole sotto la ferza de' soli equatoriali nel gran vaso del mare, muovesi per equilibrio idrostatico, come più leggiera dell'altr'acqua più fredda, verso le regioni del polo, e la fredd'acqua polare viene a pigliare il luogo della calda intepidendosi tutta così con vicenda incessante, a quel modo che acceso il fuoco nel fondo del vaso si riscalda anche l'acqua alla superficie. E come per questo riscaldamento dell'aria sotto l'equatore si genera il vento perpetuo che muovesi verso il polo nelle regioni di sopra, e verso l'equatore stesso muovesi un altro vento per di sotto più freddo e più grave, così, per riscaldar che fa l'acqua, si muovono continuamente dall'equatore al polo di sopra e dal polo all'equatore di sotto le correnti di mare. Di queste correnti, lo studio delle quali è ora tanta parte della geografia fisica, s'era bene accorto Cristoforo Colombo, il quale essendo non solo osservatore diligentissimo, ma possedendo per quasi un istinto l'arte logica d'indurre, che poi educata aprì la via un secolo dopo a tante scoperte, notò che l'acque si muovono come il cielo da oriente in occidente; ma il Campanella io credo essere stato il primo che attribuisse la cagione di quegli effetti, come di quelli delle correnti dell'aria, al calore del sole. In ogni modo è

certo che per benefico ordinamento del Creatore, benchè declini il sole di pochi gradi dalla linea equinoziale, fa giungere nulladimeno la vita del suo calore per via dell' aria e dell' acqua a ogni più lontana parte, e più riposto seno della superfice terrestre.

Essendo ora un fatto che le correnti si muovono da occidente a oriente, come osservava il Colombo, e da mezzodì al settentrione, come per cagione de' calori equinoziali s' intende dover necessariamente avvenire perchè conservisi in tutto il mare l'ordine dell'equilibrio idrostatico, vediamo se sia possibile di ritrovar l' orme, sulle quali si cacciano e s' affilano a muoversi queste tante correnti che si rigirano infaticabilmente fra l' equatore e i poli.

E perchè se ne vegga meglio il principio, e si possa, com'è nostra intenzione, disegnarne le vie, poniamo che sia la superficie della terra tutta egualmente ricoperta dal mare. L' acque che riescono sotto l'equatore son quelle che per più vivo e più diretto raggio scaldate, e divenute al calore poi più leggiere, debbono, turbato il loro equilibrio idrostatico, muoversi verso il polo da cui scendono a pigliare e riempirne il luogo l' acque più fredde. Ma il movimento ondoso farebbesi in questo caso non nell'intensità e nella dirittura delle correnti fluviomarine, com' ora si vede, ma sarebbe tutta intera la superficie compresa da questo moto di circolazione, e non avrebbe l' acqua calda che un leggerissimo impulso e non vedrebbesi andar profonda e ristretta in mezzo alle altre acque più fredde, come per esempio la gran corrente del golfo, in mezzo a liquide eppure immobili sponde. Ciò è poi facile intendere perchè, trovandosi l' acqua scaldata libera, muovesi appena che diminuisce la sua gravità in specie, e così non trattenuta non ha tempo da riscaldarsi di più per gittarsi poi con più violenza, e si muove non ristretta in corrente, ma via via per l' ampio mare largamente diffusa.

Poniamo ora che non sia più l' acqua del mare sciolta, ma si ristretta e impedita com' è ora di fatto da' continenti: avverrà che sotto l' equatore si farà come dianzi più calda, ma ricevuto appena il primo grado del calore non potrà muoversi mica libera come prima, ma dovrà invece per l' impedimento de' lidi essere trattenuta, ond' è che raccogliendovisi così gran quantità d' acqua che sempre via via più si scalda, cacciasi a correre poi, vincendo ogni indugio, fra terra e terra dovunque ella trova aperta una via, frettolosa d' andare a trovar pace ne' refrigerii del polo alla sua grande arsura. Ne abbiamo di ciò un bel riscontro nel fatto paragonando le correnti che si muovono per l' ampia distesa del mar Pacifico con quelle che s'af-

filano dirizzandosi al polo per l'Atlantico angusto. In questo mare l'acque che riescono sotto alla ferza de'soli equinoziali son rinchiuse tra la punta occidentale dell'Affrica e la Gniana, ond'è che ribollendo in questo vaso, a paragone dell'altro grande oceano angusto, non hanno facilità di sfogarsi cacciandosi libere verso il polo, ma trattenute ne' frastagliamenti e ne' seni e per canali dell'Arcipelago delle Antille, s'infocano sempre più ne' soli meridionali, finchè vincendo il grande ardore che le incendia ogn'impedimento che chiuda al loro passo la via, s'affilano in quella gran corrente del golfo, che rade il lido al Messico e shocca poi tra la Florida e l'isola di Cuba, per venire a diffondere, volgendosi al polo, sui lidi europei il tepore benefico del suo fiato. Ma nel Pacifico, trovando l'acque libera l'uscita al polo appena che hanno ricevuto i primi gradi del caldo, movonsi largamente e disperse, ond'è che pochissime son le vere correnti che vi si rigirano, e quella stessa intesa sotto il nome di corrente nera del Giappone non è da paragonare, nè per l'impeto, nè per i gradi del calore, all'impeto, nè al calore e nè perciò alla portata della gran corrente del Golfo. La via perciò delle correnti marine e i gradi della loro velocità son dirizzate e hanno la loro misura nell'ordine e nella distribuzione geografica delle terre, ond'è che piglieranno quella direzione diversa secondo che si muta ordine in queste, e saranno quelle più o meno lente, secondo che queste ingombreranno o lasceranno al loro correre più largamente aperte le vie. S'intende bene perciò com'essendo queste correnti, che il calore involato a'tropici dispensano alle fredde regioni polari, troppo debba risentirsene un clima dal ricevere più o meno largamente, o più o men d'appresso l'alito dei loro tepori. Si fa il conto che si diffonda dalla corrente del Golfo sull'Europa tanto calore, quanto ne ricevono dal sole immediatamente tutte le regioni continentali del polo. Ma è questo calore, come si disse, un effetto della posizione geografica dei continenti e della forma loro propria, per cui piglia la corrente intensità di calore e si volge ai lidi d'Europa. Poniamo che abbassandosi l'Affrica, tra la Guinea e il Capo Verde, e l'America tra Fernambucco e la Guiana s'allargasse il vaso dove l'acqua tropicale ribolla. Poniamo che diveneudo alto mare l'arcipelago delle Antille vi si potessero muover l'acque calde liberamente; la corrente del Golfo per questo riuscirebbe alquanto men calda, e perciò men veloce. Poniamo ch'entrata la gran corrente nel golfo del Messico trovasse altra uscita diversa da quella che ha ora tra la Florida e Cuba; i lidi europei si potrebbero contentare allora di quel tanto

solo di temperatura, che può toccar loro secondo la giusta ragion della latitudine.

Ora andando il fatto così, hanno dubitato alcuni che fosse un tempo in che veramente la corrente del Golfo avesse un'altra direzione, e che cotesto fosse il tempo dei ghiacci, i quali solo allora si sarebbero incominciati a liquefare, quando presa la corrente del golfo la direzione che la si vede aver ora, si costituì l'Europa nelle condizioni di questo clima. Cercando essi poi quale potrebb'essere stata la nuova via presa dalla gran corrente, pensarono che potess'essere quella del Pacifico, attraverso all'istmo di Panama, o quella del mare del Nord per la gran valle del Mississipi, e la catena de' laghi infino alla baia dell'Hudson. E potrebb'esser davvero che si fossero l'istmo di Panama e la valle del Mississipi sollevati dopo il tempo glaciale, di che sarebbero indizio per l'istmo l'osservazioni ittiologiche fatte dal Gunter ne' due seni marini dalla parte dell'Atlantico, e da quella del Pacifico, dove menano l'acque poco differenti famiglie di pesci; e la geologia dell'America settentrionale dà probabile argomento di credere che innanzi ai ghiacci europei la valle del Mississipì fosse, dal golfo messicano all'oceano artico, tutto un mare.

Non potendosi dunque negar da nessuno che le correnti marine e i venti variamente spirando o rigirandosi più o meno appresso a un continente non v'inducano la temperatura annuale, e tutto l'insieme di quei fatti meteorologici che danno qualità proprie ad un clima, nè potendosi dubitare oramai che non sieno le terre di continuo comprese da un sussulto, per cui ora attuffano e ora levano il capo sull'onde marine; non può niuno perciò rifiutare a ragione le congetture di quei geologi, i quali hanno pensato che dovess'essere la cagione de' ghiacci europei il Sahara, ch'essendo mare mandava a noi i venti umidi e freddi, e la corrente del golfo che andando per altre vie a refrigerarsi nelle fredde acque del polo, lasciava i lidi europei che si scaldassero a'soli o agli scarsi tepori del vapore marino. Se si pensi di più che deve naturalmente alla corrente calda che sale, risponderne un'altra fredda che scende, la quale sarebbesi mossa giù dal mare artico tra la Norvegia e la Groenlandia, s'intenderà come sia che perduti i tepori della corrente equatoriale e incominciatosi a patire invece i freddi della polare, venisse a riuscir tanto più freddo, di quel che al presente non è, il cielo che sull'Europa volge obliquamente la via.

Vero è che, secondo saremo per dire appresso, non è il dimi-

nuir della temperatura cagion sola del ghiaccio, ma non si potrebbe forse, se non con troppo precipitato giudizio, negar che a far volgere sulla terra antica europea il periodo glaciale non s'aggiungessero a tant'altre cause efficaci il Sahara tra mare e deserto, e tra la via della Florida e la Valle del Mississipì la gran corrente del golfo. Io lascio perciò per ora di muover questione se sieno veramente stati o il Sahara divenuto deserto o la corrente del golfo deviata dal Pacifico o dall'Oceano artico la cagione unica o principale perchè l'Europa si ricoprisse tutta di neve e di ghiaccio. Concedendo io anzi liberamente per ora che sia stata quella la vera cagione del fatto a tutti quei che lo vogliono, domando, ciò che più importa a me, se di quei due grandi avvenimenti si può definire il tempo, ch'essendo il tempo dei ghiacci, sarà secondo si tiene da tutti l'età più prossima della venuta dell'uomo. Vero è bene che dalla risposta alla domanda, quando pure la ci potesse venir probabile se non certa, non si verrebbe in conclusione a sapere se non che gli anni quando venne l'uomo ad abitare il continente europeo. Ma perchè si potrebbe da'tempi dell'uomo europeo risalire assai facilmente ai tempi dell'uomo asiatico, che si crede anche da'dotti noncuranti le tradizioni religiose essere stato il primo, contentiamoci di saper dai geologi quanto tempo sia corso dal prim'uomo europeo infino a noi, ponendo ch'e' venisse veramente ad abitare l'Europa dappoichè si asciugò il Sahara, o si volse la Gran Corrente ai nostri lidi fumandovi sopra i suoi tiepidi vapori.

Noi abbiamo dunque a quella indagine cronologica offerti dalla scienza due nuovi argomenti, i quali dovrebbero almeno darci una sicurtà della loro prova nel riscontrarsi insieme a confermare le conclusioni finali. Vedasi perciò da noi qual riscontro abbia la cronologia di chi studia di risalire all'età de'ghiacci per l'argomento della corrente deviata del Golfo, o per quello de' rasciugamenti del mare affricano. Se incominciarono a spirare i tepidi alìti della gran corrente del golfo sui lidi europei, dappoichè rimase all'asciutto la gran valle, dove corre ora il Padre dell'acque, non presè il clima dell'Europa le qualità che si vede avere al presente se non allora che incominciò il Mississipi ad assettarsi l'alveo dentro al quale ora corre, e insomma il tempo che incominciò a correre il fiume è quello stesso in che si compì la così detta epoca glaciale. Ma fa il conto il Lyell che non può il Mississipi, per ridur l'alveo e il suo delta nelle condizioni presenti, aver penato meno di centomila anni; ond'è ch'essendo secondo lui da centomil'anni in qua che si volge sull'Europa

la dolcezza di questi climi, da ben centomil' anni cominciarono gli uomini ad abitarvi.

E il Sahara quant' è che fattosi un deserto arenoso, e soffiando all' alpi i venti caldi meridionali strusse i ghiacci in seno alle valli, e le nevi sulla cima de' monti? Quanto però il fondo di quell' ampio mare a sollevarsi o in quanto tempo vaporarono sotto i soli equatoriali le salse acque di lui? Impossibile a saperlo, rispondono i geologi, perchè gl' indizii che può avere intorno a ciò la scienza moderna son pochissimi e incerti, ond' è in conseguenza ugualmente impossibile il ritrovare per quell' argomento gli anni in che sui gioghi delle nostre montagne alpine s' incominciarono a liquefare le nevi. Quella impossibilità poi sarà facilissimo riconoscerla ai nostri lettori, se ripensino un poco alle condizioni del fatto e al modo particolare di quello avvenimento. Chi dice che fu il Sahara trasformato in deserto arenoso che strusse i ghiacci colla vampa de' venti equinoziali, par che creda e inchiuda anzi il supposto di lui l' altro supposto, che cioè si facesse quella trasformazione se non in breve almeno in una determinata e continua ugualità di tempo, e perciò uguale e progressivo ne seguitasse l' effetto. Ma è ciò contrario alla natura del caso, perchè nel diffondersi l' acque, per riversarsi o nel mediterraneo o nell' atlantico, dovettero affrettar l' evaporazione, e così mentre il Sahara asciugavasi, piuttosto che venire a liquefare i ghiacci via via a' nostri gioghi montani, mandava invece nuova umidità che infrigidandosi ammassicciava i ghiacci antichi e gli strati nevosi. Poi l'acque sarannosi raccolte qua e là ne' loro ampii bacini, formando di un mare solo altrettanti laghi distinti, e saranno perciò, tra per lo ricever men' umido evaporato e un vento più caldo, dimagrati i ghiacci europei. Ma quando si riversarono cotesti laghi e si diffuse più largamente il vaporar della loro superficie, e allora saranno nuovamente i ghiacciai dell' Europa tornati massicci, per dimagrar di nuovo con questa vicenda che nessun può indovinare le volte che si sarà ripetuta. Ond' è che il Sahara avrà dovuto esser occasione non di una sola, come si dice, ma di più epoche glaciali, senza che possasi da noi sperare di definire il tempo che incominciò la prima, o l' intervallo fra essa e la seconda e la terza. Fatto è che hanno dovuto i geologi confessare, che la cagione per cui s' asciuga il Sahara dura tuttavia, e l'Aucapitaine che stima essere state le montagne del Tell, quand' erano tutto intorno circondate dall' acque, la celebre isola atlantica di Platone, mostra di credere che poco ancora si fosse il mare affricano asciugato nei

tempi storici, in cui venne ai greci la civiltà dall' oriente. Nè crede costui che siasi punto ingannato Tolomeo descrivendo nella sua carta i grandi laghi affricani, e congettura anzi il modo come chiudendosi l' acque la via co' massi menati nella loro rapina, siensi formati giusto quei laghi colà dove Tolomeo li ha descritti; ond' è che non si sarebbero perciò asciugati se non in quel brevissimo spazio di tempo che corre dal geografo alessandrino a noi. Ma i viaggiatori hanno a raccontarci fatti, dai quali si mostra che il Sahara subisce di anno in anno trasformazioni notabilissime sotto i nostri proprii occhi, per cui confermasi anche meglio l' opinione dell' Aucapitaine, che cioè il Sahara almeno in gran parte siasi rasciugato sotto gli occhi degli uomini divenuti civili.

Ma che fossero in ogni modo diffusi gli uomini sulla superficie della terra, quando già il Sahara era tuttavia mare, volle argomentarlo l' Husley dalla dispersione della razza Negra, la quale non s' è trovata abitare o avere abitato mai nè la Persia nè l' Arabia, e nè l' Indostan e la Cina, perchè il mar saariano, ad essi mai esperti del navigare, chiudeva ogni via. Onde in conclusione si vede che argomentando all' età glaciale e a quella della venuta dell' uomo dall' asciugamento del Sahara, o non si scioglie il problema, o viene a farsi così giovane la prima famiglia umana, com' è fatto giovane dalla cronologia biblica Adamo e la sua famiglia. Che sicurtà dunque ci danno i paleontologi, mentre di due argomenti simili quali son quelli delle mutazioni del clima europeo o per opera del Sahara o della corrente del Golfo, concluderebbe l' uno a un' antichità di più che centomil' anni, e l' altro non a più che a cinque o seimila? Se non una sola ma più furono l' età glaciali che si volsero per cagion del Sahara sopra l'Europa, di quale di queste età si cerca la cronologia? E se i Negri abitavano già il mondo quando l' acque menavano quella varietà di pesci, dov' ora non si ritrova null' altro che i gusci fossili delle conchiglie, e le sterili efflorescenze del sale, può l' Husley confortare i colleghi, che cercano le antichità dell' uomo, a consumare altrove che intorno al Sahara le forze del loro ingegno.

II.

E infatti accortisi i geologi che la cronologia non ha alcuna certezza di prova in nessuno di quei due argomenti di geografia fisica fin qui discorsi, hanno pensato di rivolgere altrove gl' ingegni,

sperando di ritrovare pure alla fine una via da riuscire in qualunque modo alla loro intenzione. La geogonia e la geognosia vedemmo come fallissero a quei loro studii così faticosi, e come, disperati di ritrovare quel che desideravano in terra, levassero il volo su alla contemplazione de'cieli. Ma i cieli stessi, che narrano così altamente le glorie di Dio agli umili contemplanti, furon muti alle scrutazioni degli scienziati superbi, che ridiscesero in terra e domandarono alle correnti del mare quel che vollero ostinatamente tacere le correnti della materia cosmica per gli spazii celesti, e in queste basse nuvole e nel freddo di questi venti terreni sperarono d' intender quello che non fu potuto sapere da quell' altre nuvole e da quei venti, che oscurano e commuovono nel sole la pace apparente de' suoi divini splendori. Ma trovando anche quaggiù nuovamente le loro speranze esser portate via dal soffio de' venti equinoziali, non patendo ormai il loro orgoglio di darsi per vinti, ridettero su il volo più ardito che mai, e se non riuscì la loro intenzione la prima volta quando ascesero a' cieli col termometro in mano, sperano che debba riuscir ora infallibilmente ritentando la prova coll' astrolabio.

Io intendo con questo accennare alla nuova ipotesi dell' Adhemar confortata poi dal Croll e dallo Stone, i quali sperarono di ritrovare i tempi, in che fu ricoperta l' Europa da' ghiacci, per via del calcolo de'movimenti solari.

Perchè possa il lettore inteudere il ragionamento dell'Adhemar, e comprenderne la conclusione finale, mi conviene, a farlo discendere a questa, risalire con esso lui un poco a quei facili principii dei moti della sfera, dai quali si prende al calendario la legge e la norma. Il calendario nota principalmente l' ordine come si dispensa il corso annuale del sole ne' giorni, ne'mesi e nelle stagioni ; onde chi sopra vi faccia il conto, trova questo fatto singolare, che cioè i giorni non si dispensano ugualmente come parrebbe dover essere, nelle quattro parti dell' anno, perchè mentre l' estate, e l' autunno corrono per cento ottantasei giorni, la primavera invece e l' inverno corrono per soli cento settantanove, intantochè, se l'anno è comune, l'estate e l'autunno son più lunghi per sette giorni dell'altre due seguenti stagioni. Non potevano di ciò non essersi accorti anche gli antichi, i quali sapevano benissimo osservare le decliuazioni del sole, e riconoscere i tempi co' quali misura il sole stesso le quattro parti dell' anno, ma non potevano intendere come, dovend' essere nel loro sistema del mondo uguali gli spazii, non riuscissero uguali anche i tempi. A Tolomeo nulladimeno, a cui convenne assettare i disordini delle sfere

celesti per via di quei suoi epicicli ed equanti, non parve nè difficile nè strano il commettere a quelle sue fantastiche girandole l'ufficio di far apparire il sole moversi per una metà della sua via più lento e per l'altra metà più veloce. Ma ad un partito ben più difficile si trovava il Copernico, il quale facendo muovere la terra e gli altri pianeti intorno al sole in orbite circolari, e perciò con moto regolare e uniforme, non poteva altrimenti intendere la ragione di quella diversa durata delle stagioni, se non che ammettendo come Tolomeo ne' cieli qualcosa di simile agli epicicli. Galileo che con la scoperta delle fasi di Venere e di Mercurio e con l'osservazione del ricrescimento del diametro apparente delle stelle, per via de' loro raggi ascitizii, avea mirabilmente confermata la verità del nuovo sistema del mondo, fermo anch' egli col Copernico in tener che si volgessero così la terra come gli altri pianeti in orbite circolari e perciò con moti uniformi, indagava argutamente l'effetto di quei movimenti del globo ora accelerati, ora ritardati in due cagioni; negli additamenti e nelle sottrazioni fatte alla circolazione annua dalla conversione diurna, e nell'essere ora più ora meno distante dal sole, secondo che trovasi in congiunzione o nell'opposizione, la Luna. Pensava che la Luna nell'opposizione è più distante che nella congiunzione dal sole, intorno al quale muovesi con la terra per ben tutto intero il diametro dell'orbita terrestre; ond'è che facendo secondo lui la Luna sui movimenti della terra quell'effetto che fa un peso che si ritiri più o meno lontano dal centro dell'oscillazione in un pendolo, dee la terra stessa, quand'è la luna più ritirata dal sole o nell'opposizione, ritardare il suo corso, e quando invece è in congiunzione velocitarlo.

Arguto è certamente il pensiero, che contiene in sè il germe della teoria meccanica della gravitazione, e perciò degno di Galileo; ma se avesse Galileo riscontrato minutamente co' periodi lunari i varii moti del sole, si sarebbe facilmente accorto che non rispondevano i fatti in nulla alle sue teorie. L'equazione del tempo introdotta dagli astronomi nella scienza per aggiustare i passi della terra ora più ora meno veloci, ha il principio che l'informa in tutt'altro che nell'orbita e ne' periodi lunari, e fa tanto più maraviglia che l'avesse Galileo cercato qui, avendo già il Keplero osservato e fatto di già noto al mondo che la vera causa perchè il moto della terra non è equabile sta nella figura della sua orbita, ch'egli osservò non essere altrimenti, come il Copernico e Galileo credettero, circolare. Il modo come riuscì il Keplero ad accorgersi che non erano, preso per cen-

tro il sole, tutt' i raggi dell' orbita terrestre uguali, è narrato da lui nel Commentario sulla stella di Marte dove dice che misurate le parallassi annuali di quel pianeta in tempi ch' egli era collocato nello stesso punto della sua orbita, e la terra nelle sue maggiori distanze, trovò quelle parallassi molto differenti, e ne concluse perciò che l'orbita della terra doveva essere un' ellisse, di cui egli, misurata l' eccentricità, seppe quanto la terra stessa si avvicinava o si dilungava dal sole. A questa eccentricità e non al gravitar della luna attribuiva i ritardamenti della terra nell' afelio, e le velocitazioni nel periclio, dicendo, con una significazione che suggerì facilmente al Newton le sue scoperte, come venendo ai pianeti ogni virtù di muoversi dal sole, il pianeta nel periclio va più veloce, perchè avendo ivi il sole più vicino gli vien da lui stesso al muoversi un impulso più forte. Così, senz' aver bisogno di ricorrere agli equanti e agli epicicli, s' intendeva benissimo nella scoperta dell' orbite ellittiche la ragione perchè indugiando la terra nell' afelio facesse di quei sette giorni più lunga una metà dell' anno. Trattandosi di osservazioni di fatto e di calcoli matematici non dubbii, come sono le parallassi annuali di un pianeta, si crederebbe che avessero dovuto i Copernicani accogliere e far plauso al Keplero della sua scoperta dell' orbite ellittiche, che sarebbe per esser tra breve il fondamento a tutta la nuova astronomia, e nonostante, essendo quella legge stessa stata annunziata già dal Keplero infino dal 1615, udimmo Galileo fantasticare nel 1630 a ritrovar la cagione delle irregolarità del moto annuale nelle posizioni varie che, rispetto alla terra, ha intorno al centro dell' oscillazione la Luna. Questo del non aver fatto alcun conto di quella grande scoperta è senza dubbio un rimprovero che il Delambre e l' Arago fanno giustamente a Galileo, a cui potrebbesi altresì rimproverare la poca stima che faceva del valor matematico del Keplero, e il disprezzo verso Ticone. Ma quando il Renieri si pose, a' conforti di Galileo, alla grand'opera di calcolare i moti de' satelliti gioviali, allora sentì egli davvero l' insufficienza delle prostaferesi degli orbi, e l' accennava a Galileo stesso, insinuandogli la dottrina Keplerìana dei moti tardi dell' apogeo per la maggior lontananza della terra dal sole, in cui risiede, die' egli, la virtù motrice. In ogni modo non riconobbesi la grande importanza delle tre leggi Keplerìane se non dappoichè il Newton ne derivò per conclusione immediata la legge dell' attrazione, ond' oggidì è così certa e universalmente accetta l' ellitticità dell' orbite planetarie, quant' esser può una verità di fatto a cui possa per argomento della ragione giungere

il senso, e la terra si trova perciò senz' alcun dubbio lontana per alcuni milioni di miglia più in una che in altra parte dell' anno.

Potrebbe ora forse alcuno credere che quasi tre milioni di miglia geografiche, che la terra è più lontana dal sole nell' afelio dovessero esser cagione che si dispensasse a lei stessa molto minor calore di quel che la non riceva nel perielio, secondo la nota legge che l' intensità del calore è in ragione inversa del quadrato delle distanze; ma è poi da pensare ch' essendo, a confronto della gran lontananza della terra dal sole, piccolissima la differenza degli apsidi, piccolissima dee anche essere la differenza del calore irraggiato da quei due punti. Si troverà anzi, ripensandoci meglio, che quella differenza non ch'esser piccolissima, è nulla, perch' essendo la lontananza della terra nell' afelio compensata dal più lungo tempo che vi si trattiene a ricevere i raggi del sole, ugual quantità di calore è ricevuto dalla terra, così nell' andare dall' equinozio di primavera a quello di autunno, come nel tornarsene da questo a quello; onde il celebre Lambert formulò quel suo bel teorema, che cioè la quantità di calore dispensato dal sole alla terra in ciascuna parte dell' anno è proporzionale all'angolo descritto dal raggio vettore negli uguali intervalli di tempo. Ma l'Adhemar faceva, intorno alle cagioni della differenza di temperatura, che dee produrre il sole nel suo corso annuale in un emisfero della terra, secondo che dall' uno o dall' altro apside lo riscalda, questa considerazione.

Io non nego che, secondo il teorema del Lambert, non dispensi il sole alla terra ugual quantità di calore in ambedue le parti dell'anno. Dico solo che in una metà del suo giro annuale è disposta la terra a trattener più di quel calore, e nell' altra meno. Io osservo infatti, seguita egli a dire, che a quella parte dell' emisfero terrestre, a cui corrisponde il sole nel perielio toccano ore centosessantotto notturne di più che nell' altro emisfero, e perciò irraggia questo il calore ricevuto e lo disperde senza compenso per tutto questo tempo di più, che non si faccia dalla superficie dell' altro. È come se in due stanze di temperatura uguale e uguale capacità s'ardesse ugual quantità di legna, ma se ne lasciasse una chiusa e all' altra s'aprisse una finestra. Ambedue le stanze hanno ricevuto ugual quantità di calore, ma perché l' una ha disperso di quel calore più e l' altra meno, perciò si trova che l'una ha in paragone dell'altra minor grado di caldo. Ne concludeva perciò l'Adhemar che debbono i due emisferi terrestri come le due stanze, benchè ricevano in ugual quantità i raggi del sole, aver nulladimeno una temperatura media assai differente. E perchè

nelle condizioni presenti la declinazione del punto del perielio è meridionale, e perciò il meridionale è quello, il quale, avendo ogni anno censessantotto ore notturne di più, dee trovarsi nel lungo correr dei secoli, de'due emisferi, il più freddo. Tale infatti, comparando fra sè le medie temperature, fu trovato quell' australe emisfero; ond'è perciò che l' Adhemar s' immaginò una gran callotta di ghiaccio rigirarsi colà intorno al polo, all'attrazione della quale fosse il mare richiamato dal settentrione a inondar come si vede i continenti di quello emisfero. Ma lasciando di ciò, intorno a che c' intratterremo lungamente fra poco, seguitisi da noi l'Adhemar nel suo ragionamento. La longitudine del perielio terrestre, era, nel dì primo di gennaio 1801, dugento settantanove gradi e trentasette minuti. Si mantien ella forse questa longitudine sempre uguale? o in altre parole, guardando il perielio sempre una medesima stella, si tien sempre questa stella a ugual distanza dal nodo ascendente, o dal punto equinoziale di primavera? No certamente, perchè poniamo che serbi sempre la stella un medesimo luogo relativamente all' altre che si dicon fisse nello spazio celeste, ha nulladimeno il nodo un moto suo proprio, e a ritroso di quello, verso cui muovesi tutto il cielo, per cui cresce sempre alla stella, e perciò al perielio stesso la longitudine. Verrà dunque un tempo che il perielio si riscontrerà col nodo, e sarà perciò la longitudine zero, e seguitando anche così a crescer via via, e valicando il nodo stesso la declinazione del perielio ch'è australe al presente, tornerà un tempo a riuscir boreale. I sette giorni perciò di estate e di primavera che toccano ora di più al nostro emisfero, toccheranno un giorno all'emisfero meridionale, e sarà perciò l'emisfero meridionale un giorno quello che, diversamente da quel che vedesi essere al presente, sarà per le ragioni di sopra dette il più caldo. Hanno dunque i due emisferi terrestri una vicenda incessante di caldi e di freddi, la durata della quale ha la sua misura nel moto retrogrado de'punti equinoziali. E perchè sanno dirci gli astronomi, con quella maggior precisione che si possa desiderare, qual relazione abbiano in quel moto retrogrado i tempi agli spazii passati, potrà perciò sapersi, a regola d' orologio, quanto si muova nell' ecclittica il perielio veloce per dispensar variamente ora a questo e ora all' altro emisfero il calore. Contentandosi l' Adhemar di un conto, fatto così all' ingrosso, tiene che sia un minuto la precessione annuale dell'equinozio, o come altrimenti vuol dirsi la retrogradazione del nodo, il quale peneretebbe perciò a passare tutta intiera l' ecclittica ventun mil' anni e secento. E perchè l' inverno soverchia più allora in un

emisfero, quando la longitudine del perielio è in ambedue gli emicicli nel suo quadrante, si può perciò con matematica precisione, benchè non sia curata e non so perchè dall' Adhemar, sapere quanti anni addietro aveva il perielio 270 gradi di longitudine, e faceva il freddo più che mai intenso nell' emisfero australe; come può anche sapersi in quale anno, essendo quella longitudine di soli 90 gradi, e la declinazione boreale, a questo nostro emisfero a cui soverchiano ora l' estati soverchiassero allora invece gli inverni. Ond' è che ritenendo l'Adhemar, come si disse, dilungarsi l'equinozio dalla stella ogni anno un minuto intero, e in soli ventun mil' anni convertirsi interamente sull' ecclittica il nodo, trova che l' anno in che il perielio aveva una longitudine di dugento settanta gradi era il 1248, e che diecimila e cinquecent'anni avanti, quando il perielio non aveva ancora che novanta gradi di longitudine, dovean correre perciò i più rigidi inverni nel settentrione. Undicimila e cento vent' anni fa dunque, conclude l'Adhemar, si volgea sull'Europa e su tutti i continenti boreali il periodo glaciale.

L'aver così nella precisione de' numeri ritrovato il tempo di quel geologico avvenimento, tempo non potuto trovare da' paleontologi per altre vie altro che indefinito, allettò gl' ingegni per modo che vi si volsero attorno con desiderio amoroso, ma un importuno scrupolo veniva a turbare quella loro compiacenza, parendo ad essi che il recare l'origine de' ghiacci all'eccentricità dell'orbita terrestre fosse un attribuire a troppo grande effetto una causa insufficiente. Ma poi pensarono che non è sempre stata quell' eccentricità così piccola com' è al tempo nostro, e la meccanica ha fatto ad essi conoscere ch' ell' è soggetta anzi a variare, allungandosi e accorciandosi la linea degli apsidi secondo il vario concorso della forza perturbatrice de' pianeti. Argomentavano perciò coloro a cui piacque il nuovo modo introdotto ne' calcoli di cronologia paleontologica dall' Adhemar, che l' effetto de' raffreddamenti terrestri cagionato dall' eccentricità dell'ecclittica dev'essere, secondo che questa cresce, sempre maggiore; e ne conclusero perciò che dovette accadere il tempo de' grandi ghiacci alle nostre terre, in uno di que' periodi che quell'eccentricità ricorre più grande. Il Croll e lo Stone calcolarono, sulla formula del Leverrier, le vicende di quella eccentricità per l' ultimo milione di anni, e il Moore ne indagò gli effetti sulle alterazioni dei nostri climi; studii e calcoli che può ritrovare il lettore ne' libri del Lyell e del Lubbock, da ambedue costoro citati per un esame e un giudizio intorno alla questione ch' è il soggetto proprio de' nostri

studii. Gli troverà que' calcoli ordinatamente distesi in una tavola, dove dirimpetto al numero degli anni son posti in una colonna corrispondente l' eccentricità dell' orbita e i gradi della temperatura media, e vedesi ivi a colpo d'occhio che in quel milione di anni l'eccentricità dell'orbita terrestre ritornò ben quattro volte a esser massima, e perciò freddissimo il clima: una volta quasi presso al milione; e delle altre tre, una ottocentomila, una dugento e l'altra centomil' anni fa. Tocca ora a scegliere, fra queste quattro epoche di freddo, quella a cui devesi riferire il nostro periodo glaciale. Escluso non si sa perchè il primo e l' ultimo d' unanime pensiero, insorsero le dispute fra' dotti intorno agli altri due periodi di massima eccentricità della terra, e fu chi si contentò di fermare l'età de' ghiacci a' dugentomila, e fu chi pretese farla risalire infino agli ottocentomila, dicendo che a tanto lavoro geologico non potea bisognare minor tempo di quello. È perciò la conclusione finale di questo nuovo argomento, a cui affidarono in principio tante belle speranze, di ritrovar con certezza di calcoli astronomici le nostre origini antiche, è la conclusione questa, che tra pochi disputanti son tre le sentenze, secondo le quali una riferirebbe l' epoca glaciale a soli undicimil'anni fa, e le altre farebbero risalirla a' dugento, e agli ottocento mila.

III.

Sarebbe cosa necessarissima, com' ognuno comprende, saper con certezza, a voler risolvere la questione, quale di quelle tre epoche sia, se non la vera, almeno la più probabile, ma io non so veder poi per quali argomenti possano i dotti far prevalere in giudizio una di quelle opinioni, qualunque pure la si sia, sopra l' altre. Imperocchè quella dell' Adhemar è com' insufficiente rifiutata per la poca intensità della causa, a cui egli attribuisce l' effetto de' ghiacci, da tutti i paleontologi, e quella del Croll, per la troppo breve durata che assegna al periodo glaciale, è rifiutata dal Lyell. Ma nè il Lyell stesso, per quanto autorevolissimo, è approvato da tutti in quella sua opinione che assegnerebbe ai freddi il periodo dell' eccentricità ricorso già da ben ottocento mil' anni, e quando non paressero al lettore probabili le ragioni ch' io discorsi di sopra, dove m'argomentai di provare le fallacie del gran geologo inglese nel divisare i tempi che sarebbero secondo lui stati necessarii a imporre e a scavar l' alveo al Mississipi e agli altri gran fiumi; quando non gli capaci-

tassero quelle ragioni, veda quel che gli argomentò incontro il Lubbock, nel ricercar ch' ei fa l' origine dell'incivilimento, e le antichità più lontane dell' uomo. Non pare a me dunque che si possano, come si credette a principio, fermare in quei calcoli astronomici le nostre speranze, perchè il non valere a diffinire per essi le differenze di un tempo, che ascendono nientedimeno che a secento mil' anni, è agli avidi del sapere niente altro più che un' amara illusione. E affinchè quella illusione svanisca per sempre, e non si confidi il lettore che possa per altre vie e per altri computi riuscire a saper dagli astronomi in qual' anno s' incominciassero a volgere sulla nostra terra i gran freddi, che fecero intirizzire le piante e gli animali; è bene ch'io mostri quanta poca parte abbia direttamente il sole, benchè riconosciuto fin qui dal volgo come cagione unica efficiente, nell' alterare alla terra la quantità dell' umido e i gradi al calore.

E quanto al calore avrebbero potuto assai facilmente quei paleontologi persuadersi di questo, osservando che si mostran canute di nevi perpetue anche le cime degli altissimi monti sotto la ferza de' soli equatoriali, e da un' altra parte, mentre i ghiacciai solcano senza riposo i seni profondi alle valli di Quito e alle Cordigliere, vanno sciolte le acque gran parte dell'anno sulle coste occidentali della Groenlandia, e per le più basse regioni dello Spitzberg e della stessa Siberia. Se il calor del sole più o meno intenso è che dispensa alla terra le nevi, com' avviene, potrebbesi domandare all' Adhemar, al Croll, al Lyell, che più basso scenda il limite delle nevi perpetue sui gioghi dell' Imalaja, dalla parte meridionale verso l' Iudia, che non dall'altra verso il Thibet a settentrione? Che se il sole saettando ora i suoi raggi più dappresso alla terra, ha fatto sciogliere i ghiacci fra i paralleli, nella nostra Europa, che circoscrivono quella zona detta da noi temperata; com' avviene che alla stessa latitudine e sotto uguali condizioni di clima s' addensino nel Chili le nevi scendenti al mare in ghiacciai poderosi, e ghiacciai poderosi solchino perpetuamente in mezzo al mare i fianchi montagnosi della Nuova Zelanda? Questi fatti mostrano evidentemente a tutti, e avrebbero potuto mostrare anco a quei valentuomini, come qualmente l'esser più vicino o più lontano il raggio infocato del sole non è sempre causa che l' umido delle piogge ora cada in gocciole d' acqua ora in falde di nevi, e le correnti dei fiumi ora si muovano rapide giù per le rive, ora invece consistano nella vetrosa durezza de' ghiacci. Dev' esser perciò, io ne concludo, il calor del sole accompagnato da qualche altra occulta cagione, la quale ci possa far intendere come mai sia an-

cora, ne' dì canicolari, nevosa al Chimborazo la cima, e scorrano i ruscelletti liquidi giù per l'erbose sponde a ricongiungersi al Lena. La cagione poi, ch'io ho detto essere stata occulta, non è più occulta oramai a chi vuol saviamente ricercare gli effetti meteorologici in quell'ammirabile semplicità di ordinamenti e di leggi, alle quali ha il sapientissimo Creatore commesso il muoversi agli oceani dell'aria e dell'acqua. E perchè si renda subito capace il lettore, per l'esempio del riscaldarsi da noi l'aria di una stanza coi nostri fuochi, che poco, quando vi s'aggiungano altre circostanze opera direttamente il calor del sole a riscaldar più o meno intensamente l'atmosfera secondo che di più vicino o lontano la saetta coi suoi dardi infocati; poniamo che un focolare arda nelle nostre case l'inverno in una stanza assai grande e ben chiusa. L'aria circostante al fuoco, già riscaldata e divenuta perciò più leggiera, si muove e sottentra ad essa via via l'aria più fredda con placido moto, intantochè sperimentando con un termometro, dopo alquanto tempo, si trova che tutta l'aria della stanza in qualunque parte di lei o più vicino o più lontano dal focolare e più alto o più basso è quasi allo stesso grado di temperatura per tutto. S'attraversi ora a cotesta stanza un riparo o tramezzo, in modo che sia divisa in due la capacità della stanza, e l'aria contenutavi dentro communichi insieme per via di un'apertura. Arda come dianzi il focolare rimasto al suo luogo in una delle due capacità, nelle quali s'immagina la stanza divisa, e vedasi com'in tutta la capacità, sopraggiunto il nuovo tramezzo, si dispensi ora la temperatura dell'aria, che abbiamo trovato dianzi tutta ugualmente essere intiepidita. Pongansi ora, a far lo sperimento, due termometri, uno presso alla soglia inferiore, e un altro alla superiore dell'apertura. Se alcuno li osserverà, dopo alcun tempo che ha incominciato ad ardere il fuoco, troverà quel di sotto sentir molto più freddo che non quell'altro di sopra, e questo dare indizio di maggior calore anche di quell'altro termometro collocato presso al focolare in mezzo alla stanza. La ragione di questo fatto è chiara perchè dalla soglia inferiore entra l'aria fredda e dalla superiore esce l'aria calda, come se ne prenderebbe esperienza con gli occhi, collocando presso ai termometri due candele, delle quali vedrebbesi l'inferiore piegar la fiamma in dentro, e la superiore in fuori, dando così un segno evidente delle due correnti. Ma noi in questo fatto sperimentale fermiamoci a considerare quel che più importa. Il focolare arde, ora che s'è tirato il tramezzo, nello stesso luogo e con la stessa intensità di prima; e nonostante in due punti dell'ambiente, dove dianzi, prima di

tirare il tramezzo, si trovava una data temperatura, ora per solo dato e fatto di quello stesso tramezzo abbiam trovato in quei due medesimi punti due temperature ben differenti, una delle quali più fredda e l'altra più calda. Si può concludere da questo sperimento perciò, che per alterare la temperatura a un luogo dell' ambiente non giova avvicinare o allontanare il focolare o farvi arder dentro in più gran copia il combustibile, ma è molto espediente al fatto attraversare alcuno schermo nel mezzo, per cui incominciando a muoversi due contrarie correnti di aria, una fredda che viene e l'altra calda che va, si vien così subito in que' due luoghi, per dove passano quelle correnti, ad alterar la temperatura, divenendo uno molto più freddo e l' altro invece assai più caldo che prima.

Sollevando ora il pensiero in più alte regioni, e comparando per somigliantissimo effetto le piccole cose alle grandi, sia il sole il focolare, e sia l' aria rinchiusa in una stanza da riscaldarsi l' atmosfera, che circonda tutto intorno la terra. Se fosse la superfice terrestre tutta piana, e non fosse l'atmosfera interrotta dai rilievi montagnosi dei continenti, cosicchè potesse diffondersi libera dalle regioni equatoriali sotto cui arde il sole infino al polo, senza trovarsi rinchiusa nel seno delle valli, si riscalderebbe quasi tutta egualmente l' atmosfera con pochissima differenza dei climi, mescendosi senz' alcun impedimento l' aria tropicale calda alla fredda del polo, come tutta ugualmente riscaldavasi l'aria in ogni punto della stanza prima che le si ponesse il tramezzo. Ma i rilievi montagnosi impediscono il libero e quieto ricircolare delle correnti aeree, e non si muove allora il circolo se non che quando l'aria siasi levata a tanti gradi di intensità calorifica, da non capir più nella angustia di una valle; ond' è che fa impeto e si muove in una corrente calda, la quale ne richiama necessariamente una fredda, facendo così in quelle due regioni della terra, per le quali passano le due contrarie correnti, due eccessi di temperatura. Avviene in conclusione alle correnti aeree quel che si vide avvenire delle correnti marine, essendo i continenti i quali eccitano e danno la direzione del muoversi così all' une come alle altre, intantochè a quel modo che non s' affilano le correnti dell' acqua nel libero oceano, così non soffierebbero le parziali correnti dell'aria nella libera atmosfera, per cui egli avviene che seguitin le linee isotermiche nell' emisfero australe, più regolarmente che nel nostro, l'ordine e la direzione dei paralleli. L' analogia perciò fra le cagioni che muovon l' acqua e l' aria, anche nelle sue più minute parti è perfetta, con questo solo di differenza, che son le

correnti marine eccitate e dirette dai frastagli orizzontali, e le correnti aeree dai frastagli verticali dei continenti.

Come dunque l'alterazione della temperatura nell'aria della stanza avveniva indipendentemente dall' allontanare e dall' avvicinare il focolare, e dal farvi per maggiore o minor copia di combustibile il calore o più o meno intenso, e fu sufficiente ad alterarla il tramezzo; così le alterazioni nelle varie parti dell' atmosfera sono indipendenti dalla maggiore o minor lontananza del sole, e dalla intensità calorifica o della sua sfera infocata o del raggio, ed è sufficiente a far che si muova una corrente aerea, la quale più di quel che non porterebbe la latitudine raffreddi o riscaldi un luogo, è sufficiente, io dico, che vi si sollevi, secondo le condizioni richieste dalla geografia fisica, un qualche alto e lungo rilievo montano. S' ingannavano perciò l' Adhemar e il Croll e il Lyell ricercando nel sole la cagione di quell'effetto che non avrebbero dovuto cercare altrimenti che sulla terra, e l'incertezza delle loro conclusioni è un indizio non dubbio del loro inganno. Avrebbero dovuto pensare che nella gran macchina de'superficiali movimenti terrestri il sole è il principio e la forza motrice, la quale non opera immediatamente l'effetto, ma mediatamente quando la sia applicata ad organi, come in tutte le macchine. Ora è certo che l' effetto di una macchina non si moltiplica coll' aumentar della forza, ciò che renderebbe la macchina inutile, ma coll' adattarvi un organo acconcio, come nella leva ad esempio, nella quale a voler crescere l'effetto utile non si moltiplica la potenza ma se u'allunga il braccio fra la resistenza e il fulcro. Organi alla forza motrice del sole sono in questa nostra macchina terrena i due liquidi elementi dell'aria e dell' acqua, e il sole opera per essi come il vapore e l' aria calda nelle macchine del Watt e del Lenoir operano per via di leve e di ruote. E come in queste macchine artificiali, quanto più ingegnosamente si compongono insieme e più armoniosamente s' articolano le parti dell' organo strumentale, tanto più l' effetto utile cresce; così nella gran macchina della terra, quanti son più gli organi che s' aggiungono armoniosamente a comporre lo strumento, tanto è l' effetto maggiore, e gli organi sono eccitati e diretti dalla forma de' continenti come si vide. S'ingannano perciò l'Adhemar e gli altri in questo principalmente, nel ricercar cioè il maggiore o minore effetto, piuttostochè negli organi della macchina, come avrebbero avuto a fare, nella forza motrice. E non s' ingannarono per verità essi soli, ma si erano, intorno a ciò, ingannati prima i fisici, i quali non seppero discernere ne'riscaldamenti del sole gli effetti termici da' dina-

mici. Così vennero a riuscir fallaci le conclusioni del Pouillet dedotte dagli esperimenti, e quelle del Poisson dedotte da'calcoli, i quali non pensarono, o non potevano forse ancora pensare, a quella così gran parte del calor del sole che si trasforma in moto, e che non si fa perciò sentire al termometro. Ora è certo che l'effetto dinamico crebbe a discapito del termico, quando s'incominciarono a formare le particolari correnti dell'aria e dell'acqua; ond'è che crescendo il moto scemò alla terra il calore, e il sole seguitava nulladimeno a riscaldarla con uguale intensità calorifica del suo raggio. Si conclude perciò che la cagion di quel freddo per cui si volse alla nostra Europa un'epoca intera di ghiaccio, non è a recarsi al sole, come l'Adhemar e il Lyell s'argomentarono faticosamente di fare, ma a un cangiamento avvenuto nella fisica terrestre.

Un'altra osservazione importantissima è poi da fare alle ingegnose ipotesi di que' geologi, i quali in ricercare le cagioni de'ghiacci non pare che pensassero ad altro che a' freddi. Eppure conveniva ad essi anche di più ripensare, ch'essendo il ghiaccio acqua non potevano, senza gran copia di vapori che si riversassero in pioggie o fioccassero in nevi, alimentare que'così grandi ghiacciai; intantochè prima che nel freddo sarebbe stato necessario cercare quale potesse essere la cagione, che fece allora vaporare in gran copia la superficie de' mari, e fece poi su'gioghi montagnosi della nostra Europa infrigidar que'vapori. Ora è chiaro che la cagione, la qual può più che mai promuovere a una distesa d'acqua l'evaporazione, non è il freddo, ma piuttosto il calore, e concludeva perciò bene il Tyndall, che un difetto di emissione calorifica dalla sorgente solare o l'immersione di lei in qualche nube cosmica, che impedisse alla terra di bever tutto il calore che sopra lei ripiove, più presto ch'essere, come l'Adhemar crede, occasione di formarsi i ghiacciai, n'avrebbe invece impedita la via e il modo a' loro alimenti perenni. Di che infatti s'alimenta un ghiacciaio, se non che delle nevi che gli s'affaldano sopra a ogni inverno, per ristoro di quel che n'è evaporato l'inverno stesso a' venti secchi del settentrione, e n'è liquefatto la state a' raggi del sole canicolare? È perciò che tanto s'ammassiccerà di più un ghiacciaio quant'è andato l'inverno più nevoso. E non sappiamo d'altra parte anche noi, per l'esperienza stessa de' nostri climi, che quanto son più gl'inverni piovosi al piano e nevosi al monte, tanto ci riescon più miti? Si può dunque concludere contro l'Adhemar che l'epoca de'ghiacciai, piuttosto che accennare a inverni più freddi dei nostri, darebbe indizio al contrario che si dovessero invece volger più

tiepidi, e avrebbe dovuto cercar nel sole l'Adhemar non un difetto d'irraggiamenti calorifici, si invece uno sfavillare più ardente.

Ma se avesse quello scienziato chiarissimo fatto qnesto, tenendo una via contraria a quella ch'ei tenne per rinscire a leggere il lungo ordine de' tempi preistorici ne' movimenti del sole; avrebbe da' snoi calcoli faticosi raccolto un numero di cifre molto diverse, e gli sarebbe tornato l'uomo di parecchie migliaia di anni o più vecchio o più giovane, ma l'inganno nulladimeno sarebbe anche in questo caso riuscito uguale. Perchè a far che un clima torni più o men umido o più o meno tepido o più o meno freddo, non è bisogno ricorrere a un aumento o un difetto dell' irraggiamento solare, ma è sufficiente solo che si variino le condizioni geografiche e le relazioni che ha un mare a' rilievi di un continente. Il Maury, nella sua Geografia Fisica, ne suggerisce di ciò un bell'esempio ne'due climi tanto diversi o nel pendio occidentale o nell' orientale delle Ande. Il primo, ossia il clima del Perù è costantemente secco ed ardente, mentre l'altro che si distende per la gran valle dell' Amazzone è invece umido e temperato dal vapore che vi piove continuo, e alimenta le vene al gran fiume. Da che dipende questa diversa costituzione di clima, se non che dalla posizione relativa di tutto il gran giogo alla superficie evaporante del mare? I venti che soffiano sul Brasile, e poi scendono nel Perù giù dalla cresta delle Ande, sono gli alisei che vengono dall'oriente, i quali hanno perciò attraversato a volo l' Atlantico impregnandosi a sazietà delle sue acque. Or lasciata la superficie del mare e venutisi que'venti a distendere sul continente, per la gran valle dell' Amazzone, condensano i vapori che aveano involato al mare, riversandoli per la via in pioggia fecondatrice, e giungono perciò quasi asciutti sulla gran cresta del monte, ove spremendo, al soverchio freddo, tra le folgori e il vento ogni reliquia d' umido in neve, scendon poi secchi nel Perù, a mantenervi il vegetare e il fruttificare di nn' estate senza vicende, e a imbalsamarvi, che non esalino i loro effluvii pestilenziali, gli avanzi della morte.

Poniamo ora che le Ande, invece di levarsi in quella loro altezza di gioghi montagnosi, risalissero su dal piano dell'acque in dolce pendio, com' una delle tante colline che corrugano il Brasile, o che pinttosto ch'esser disteso quel lungo giogo sull' estremo lembo occidentale del continente americano, fosse ritirato più verso oriente e più d' appresso all' Atlantico. Il clima del Perù e del Brasile, per questa sola varietà nell'altezza di nn monte e nella sua vicinanza col mare, verrebbe alterato dall' esser suo primo, e non sarebbe quello

così secco com'è, e nè così temperatamente umido sarebbe questo. Perchègli alisei infrigidati a un tratto rovescerebbero l'acque sul pendìo orientale a diluvii, e non più munti di tutto l'umido, per la diminuita virtù infrigidante del giogo, riverserebbero quel che ne avanzò loro sull'altro pendio. Più facile è poi intendere in quel sistema di circolazione aerea, tanto ingegnosamente divisato nella *Geografia Fisica*, dal Maury, come debba un clima patire alterazione di umido e di secco dal trasformarsi un deserto in mare o un mare in deserto, come sarebbe giusto quello del Sahara, alle vicende del quale attribuiva già l'Escher le vicende che rispetto a' ghiacci si volsero sul continente europeo.

Dnè in conclusione sono le condizioni necessarie perchè in un dato tempo, e sotto un clima si potess' esser raccolta grande abbondanza di ghiaccio; l'umido e il freddo, e s'occasionarono così l'uno come l'altro, a quel che s'è detto, non per alterarsi il calor del sole, ma per trasformarsi i continenti o nel rilievo o nella posizione o nel livello rispetto all'acqua de' mari; ond'è perciò che il cominciare dell'epoca glaciale non può, come si credettero il Croll e lo Stone, riscontrar col periodo della massima eccentricità dell'ecclittica, ma dee riscontrare invece con quegli avvenimenti geologici, per i quali presero un'altezza conveniente i gioghi de' monti, e con tal ordine di relazioni si distribuirono sulla superfice della terra i mari e i continenti, da dover fare l'ufficio quelli di evaporanti e questi di condensatori. Che veramente i climi s'incominciassero a divisare sulla superficie terrestre, facendosi alcuni di essi più freddi e ghiacciati a paragone di altri più tepidi e più cocenti, e che perciò s'incominciassero le acque a striugere nella durezza de' ghiacci, quando la terra si rilevò dal mare nelle alture di questi continenti, è dimostrato dalle osservazioni per modo, che non è forse, in tutta quanta la scienza geologica, conclusione più certa di questa.

Gettiamo lo sguardo sulla carta di quell'antichissimo mondo, che ci rappresenta i terreni della creta tra il finire della grande era mesozoica e il cominciare della cenozoica. Dove sono i grandi gioghi delle Ande e de'Pirenei e dell'Imalaya, che si vedono ora levar tant'alto la fronte superba da muover guerra a' cieli? Passano sopr'essi le onde tempestose de' mari, e dov'ora hanno le aquile il nido, danzavano i cefalaspidi e i diplacanti. Si vedono appena spuntare, come poveri scogli o misere isolette in mezzo all'oceano flagellati dall'onde, gli Urali e i gioghi inspidi della montagnosa Norvegia, e non son più che un arcipelago rado tutta insieme l'America e l'Asia e l'Euro-

pa. La superficie terrestre dunque, a quel che pare, dovett' essere a' tempi della creta, in quelle condizioni che noi teoricamente divisammo di sopra, quando si disse ch'essendo libere di ricircolar l'acqua e l'aria commosse a' riscaldamenti del sole, non si sarebbero risvegliati i venti parziali e le correnti marine, e sarebbe riuscito perciò ogni clima uguale, riscaldandosi l'acqua e l'aria per tutto ugualmente. Quel che poi divisò la teorica è mostrato ne' fatti evidentemente dalle reliquie animali, o meglio dalle vegetabili, le quali sono in verità il misuratore più preciso, che potessimo avere della temperatura di un clima. Può bastare fra' tanti della fauna cretacea l'esempio de' coralli, i quali non sanno incoronar l'isole di que' loro lucenti monili, se non che a fior di quell' onde, che ribollono sotto la ferza de' soli equatoriali. Ora è certo che famiglie simili di coralli abitavano, a' tempi della creta, e fabbricavano a quella latitudine sotto alla quale giace l'Inghilterra fredda e nebbiosa, con dimostrazione evidente che dovess' essere allora ugualmente tiepido il mar delle Antille, e quello d' Irlanda. Ma meglio che dalla fauna, dopo le belle scoperte dell'Heer, è dimostrato il fatto dalla flora, per la quale ha l'Heer stesso potuto misurare la temperatura, che faceva intorno a' poli al tempo della creta, avendovi ritrovate fossili quelle felci e quelle cicadee stesse, che hanno a vivere bisogno di un clima somigliante a quello, che dentro a' termini della zona torrida si volge ora attorno alle foreste dell' India o dell' Affrica meridionale o dell' Australia. Mostrano perciò i fatti, come per le sue teoriche avea già prevednto la scienza, che a' tempi della creta, quando i continenti aveano pochissimo rilievo e la superfice arida del globo combatteva fra l'umido e l'asciutto, che dal polo all'equatore era per tutto un clima, e che l'orse spiravano al polo così tepidi i fiati, come il Cancro spiravali all'equinozio.

Torniamo ora a posar nuovamente lo sguardo sulla carta geologica, e seguitiamo con la fantasia così ingegnosamente aiutata dai segni dell' arte, le varie vicende subite dopo le formazioni cretacee dalla superfice terrestre. Ecco apparire il terreno nummolitico dell'eocene. Incominciano i Pirenei e i Carpazii e l' Himalaya e le nostre Alpi a levare, com' isolette, il capo umido ancora su dall' onde marine. Seguita poi il miocene, e quell'isolette han sollevato più verso il cielo la fronte, si son più al largo distese fra mare, e rivestitesi nel verde lieto delle piante novelle e dell' erbe, e vite innumerevoli di animali vi pascono, v' hanno il nido e l'albergo, vi meriggiano all'ombre. Que' rilievi nel miocene, quasi teste bionde di ninfe marine

rallegrate dall' aspetto del sole, par che ne chiamino altre via via, invitandole a goder la letizia del nuovo spettacolo, e con le umide braccia, che trasparisconn dall'acque poco profonde, par che come sorelle le prendano amorosamente, a tirarle su, per la mano. Così nel pliocene quelle basse isole son già levate all' altezza che hanno ora sulla superficie del globo, e son divenuti i Pirenei e gli Urali, i Carpazii e le Ande. L' oceano risospinto dentro nelle sue valli rimane qui insenato ne'golfi, là circondato da mediterranei, e, come un gran copertoio della terra, tagliato in toppe ne' laghi salsi, e cincischiato da capi e da penisole in frange e in brandelli. La terra del pliocene è quella presso a poco che noi calchiamo co'piedi.

Seguasi ora, col solito nostro indizio delle reliquie antiche delle piante e degli animali, la vicenda che subirono i climi dal cominciar dell' eocene alla fine del pliocene, in relazione alle successive e definite formazioni de' continenti. I mari dell'eocene sono ancora, com'a tempi della creta, largamente aperti sulla superficie terrestre, e vi si distende il clima quasi per tutto ugualmente caldo come sotto la linea degli equinozii. Le nummoliti infatti e i crinoidi fabbricano nel bacino di Parigi e nel vicentino, sotto il mare, quelle che saranno un giorno le presenti montagne calcari, e scavano i tapiri col muso quel terreno, su cui muovono pigramente i paleoterii la grave mole ed informe. Fra le alghe crescenti in quelle maremme, su dalle quali si levò poi il Monte Bolca, va errando una turba di pesci, i discendenti dei quali si ridussero ad abitare le regioni equatoriali dell' India. Verso la fine dell'eocene non si distende più così uguale per tutto il clima, com' a principio nel succedersi che fa alla creta, ma s' incomincia a vedervisi una differenza, la quale appar chiara paragonando la fauna e la flora dell'eocene, negli strati del Tirolo, con quelli ad essi contemporanei dell' Inghilterra. Quella differenza però nel miocene s' incomincia a veder più decisa, e si può in esso distinguere intanto sopra gli emisferi terrestri due zone, una torrida e l' altra temperata, porgendoci di questo un argomento certo le palme, le quali, secondo le osservazioni diligentissime dell' Heer, vivevano tuttavia nella Svizzera e nella Prussia, ma non più in Inghilterra. All' ultimo, quando al sopravvenire del pliocene, s'era già tutta la superficie terrestre assettata in quel modo che la vediam presso a poco esser ora nelle valli e ne' monti, ne' laghi e ne' mari; incomincia a disegnarsi verso le regioni settentrionali una nuova zona, che si potrebbe dir fredda, e di cui rimangono alla paleontologia testimoni i bacini lignitici della Boemia. Seguitando in conclusione il succedersi lento e progres-

sivo degli avvenimenti geologici durante l'epoca terziaria in relazione col clima, noi troviamo la terra esser tutta ugualmente compresa da' fervori de' soli equatoriali. Poi troviamo nel miocene essersi il clima distinto in due sole zone, una torrida e l'altra temperata, e all'ultimo, nel pliocene, in tre, com' al presente, ristringendosi la zona torrida e la temperata, più che mai, sotto l'equinoziale, per dar luogo alla fredda che si distende entro al cerchio polare, e ne segna i termini intorno intorno con gli orli di ghiaccio.

Se dunque è dimostrato oramai, per tante e certissime prove di fatto, che secondano i climi non la maggiore o minore intensità diretta del raggio del sole, nè i riguardi stessi più o meno obliqui di lui, secondo la latitudine, ma si distendono qua freddi e là temperati o torridi, secondo il rilevarsi vario de'continenti e la varia direzione de' gioghi montani, è vana opera il cercare altrove che qui sulla superficie terrestre il principio all'epoca glaciale per inferirne quindi le nostre origini antiche. Noi possiamo perciò con questa conclusione confutar tutti quegli argomenti, che sono stati da' palcontologi suggeriti dalla scienza a riuscire a sciogliere il gran problema cronologico dell' uomo antico, e possiam disegnare intanto la via che unica oramai ci rimane a riuscire all'intento, ed è che a voler sapere quanti anni fa s'incominciò a infrigidar questo nostro clima, lioccandovi la pioggia in neve e rappigliandosi le mobili acque nella durezza del ghiaccio, conviene intendere da quanti anni in quà si chiudesse l'epoca terziara co'giacimenti del pliocene. Io non so veramente se abbia ancora ritrovato la scienza un cronometro da prestargli fede sincera, caso mai si volesse da quello intendere la risposta a quella domanda, ma è certo in ogni modo, che la cronologia stratigrafica è cronologicamente più dubbia di quel che da alcuno non si presuma; e se le origini umane si vogliono investigare con questo nuovo argomento, si troverà sì una via più sicura di quella che non si sia tentata fin qui, ma così larga e tanto sconfinata, che non si può, camminando per essa, come in alto mare nebbioso drizzar lo sguardo a nessun segno di stella. Ma se si bada meglio dipende piuttosto quella difficoltà dalla natura del fatto, che dalla nostra insufficienza. Perchè com'è possibile a determinare il tempo in cui cominciò e finì una formazione geologica, alternandosi bene spesso colla formazione che precede o con quella che segue? Com' è possibile di ritrovar la misura al tempo in che avvenne un fatto, che non è continuo, ma per durata lunghissima interrotto? Che non è su per tutta la superfice della terra equitemporaneo, ma che mentre avviene ora qui sarà avvenuto e av-

verrà forse altrove tra un numero di anni innumerevole? E questa, che si chiama epoca glaciale, è ella la misura di un tempo continuato che abbia avuto principio e termine, e siasi perciò ridotto a un fatto compiuto, o quell'epoca stessa dura ancora e per lunghe interruzioni di tempo si rinnovella? Troppo importa saper queste cose al fatto nostro, e perciò è bene che noi, prima di uscire dal presente argomento, ci intratteniamo ad esaminare le condizioni, nelle quali ritrovasi in questa ultima epoca quaternaria la superfice del globo.

IV.

Una delle cose, che occorrono principalmente a notare a chi posi per poco lo sguardo sopr' una di queste mappe, ov' è disegnata la superfice del mondo, è senza dubbio quella tanto differente misura, secondo la quale si dispensano ne' due nostri emisferi le superficie e dell'acqua e della terra, intantochè può dirsi che tutto intero il globo è diviso dal circolo equinoziale in due parti, una meridionale del mare e l'altra settentrionale dei continenti. Essendo il fatto così, come l'occhio lo mostra, vedasi qual effetto debba produrre questa così singolar partizione fra il mare in un emisfero, e i continenti in un altro, non potendosi credere che tale ordine singolare negli organi di questa macchina debba nella mente del suo artefice riuscir senza alcuna intenzione.

La prima idea che rivelasi naturalmente in tale indagine meteorologica all'osservatore sapiente, è che le acque del mare, dalle quali sole possono esalare in copia i vapori, sieno state tutte raccolte insieme come dentro a una gran caldaia; e che i continenti poi sien così posti rispetto a quella, che, infrigidandone que' vapori menati in volta dalle correnti dell'aria, possano riceverli in larghe pioggie fecondatrici. Chi accogliesse con fiducia cotesta idea non se ne troverebbe punto ingannato, venendo ora a confermarne il giudizio la geografia fisica, e la meteorologia coll'esperienza. Prendiamo infatti ad esaminare gli studii idrometrici, che fece il Josthon, paragonando insieme la quantità annuale della pioggia ricevuta nell' uno e nell' altro emisfero. Secondo l'esperienze e i calcoli di lui non cadono nell'emisfero australe annualmente più che sessantasei centimetri d'acqua, la quale dovrebb' essere il prodotto de' vapori esalati dalla superfice ampia de'mari. Ma ripensando poi che la superfice evaporante de' mari australi è tre delle quattro parti in che la si può immaginare esser tut-

ta divisa, mentre la superfice de' mari boreali è di quelle quattro parti una sola; si vede bene che se risalisse il pluviometro annualmente nell'emisfero boreale a novantaquattro centimetri, dovrebbe nell'australe, quando ciascun emisfero ricevesse in pioggia i vapori esalati da'propri mari, risalirvi il pluviometro non a sessantasei centimetri soli, come trovò il Josthon, ma a quasi tre metri. Che se voglionsi agginstare i conti, fra le misure dell'acqua piovuta in un anno nell'emisfero australe e nel boreale, in relazione alla superfice evaporante dell'acqua in ciascuno de' due emisferi; convien venire a una conclusione differente da quella, che potrebbe parere a chi negli ordinamenti della natura non sa discorrerne il fine, e dire che i venti umidi australi e boreali varcano ambedue la linea degli equinozii, andando ciascun di loro a piovere sopra l'altro quel che avea involato alla superficie marina del suo proprio emisfero: conclusione ch' è dunque un riscontro e una conferma al giudizio fattone, come dianzi dicevasi, dalla scienza, che cioè non sia l' emisfero australe altro che una gran caldaia, dove a'soli equatoriali ribolle l'acqua e vapora, perchè possano i venti condurla nel nostro emisfero a irrigare in larghe pioggie e fecondarne la terra.

Ma l' acque piovane, come si sa e come da tutti si dice, escon dal mare in vapore per tornar poi ad aver pace in esso, giù per tanti rivoli e fiumi; e renderebbero perciò le loro foci al mare, per suo ristoro, tutto quel che ne rasciugarono i venti, se non rimanesse dell'umido ch' involarono alla marina una gran parte o congelata in neve o rappresa ne' ghiacci. Se fosse mai possibile fare il computo giusto di tutta quella neve, che s' affalda nel nostro emisfero sulle vette e i gioghi delle montagne, tenendoli coperti di una eterna canizie; e de' ghiacci che s'ammassiccian per i fondi di tutte le valli alpine, si saprebbe allora quanto il mare meridionale ha senza alcun ristoro lasciato a' continenti del settentrione: e nonostante le difficoltà di quel computo, sì per l'incerta profondità a cui può giungere un suolo di neve o di ghiaccio, sì per la variabilità stessa annuale, per cui ora impinguasi come si vede, ora si dimagra un ghiacciaio; si comprende nulladimeno assai bene che dee largamente ingombrare la distesa di que' ghiacci e di quelle nevi la superficie de'continenti boreali, e dee la loro mole di nuovo e strano peso aggravarli.

Non pare che infino a qui si sia la meccanica troppo scrupolosamente intrattenuta intorno agli effetti, che debbon prodursi, nell'equilibrio stabile del nostro globo, da quel rimescolarsi incessante della materia alla superficie e nelle intestina, levandosi ora in alto

e rovinando ora in basso, qua fuggendo dall' equatore, e là scendendo dal polo, o riversandosi, come i venti e i vapori e le correnti marine, dall'uno sopra l'altro emisfero. Eppure è un fatto che dee meccanicamente un'oncia stessa di materia, che muti luogo, far mutar luogo al centro della gravità nello sferoide terrestre, e render perciò più pesante un corpo là dov' era più lieve, per tacere la varietà di mille accidenti, che per ragion meccanica debbon quindi seguirne.

La materia, ad esempio, di che componesi la mole di una gran montagna sollevata di parecchie centinaia di metri sul livello del mare, deve alleggerirsi in peso per modo, che l'equilibrio intorno al centro della sua gravità si muti dal luogo suo primo, e radunisi perciò la materia e raccolgansi i pesi intorno a un punto diverso. Abbassandosi al contrario un continente o scendendo la materia giù in sul piano dalla vetta del monte, aumenta quella materia di peso, facendo maggior impeto che mai verso il suo centro.

Applicando ora questi principii semplicissimi di meccanica alla geologia dell'epoca terziaria, quando sollevarono i continenti quella mole immensa di materia dal fondo dei mari, e dalla smisurata distesa delle antiche paludi; se si ripensi un po'che qualunque ne potess' essere la cagione, in questo nostro boreale emisfero si sollevarono per più gagliardo impulso intestino più ampiamente e più alto le terre, che nell'altro emisfero, si vedrà che il centro della gravità del globo, che veniva prima a riuscire prossimamente nel centro della figura dovette ritirarsi alquanto più verso l'altro polo. Ma poi sopravvenne un'altra cagione, la quale conferì a far tornar nuovamente il centro della gravità verso il centro della figura, e poi anche a trapassarlo, e fu quando si versarono da' mari australi sui continenti del nostro emisfero la gran mole delle nevi e de' ghiacci, che l'aggravaron del loro peso. Le nevi poi e i ghiacci che accennano ad un abbassamento della temperatura, ch' è come sappiamo effetto de' rilievi continentali, vennero e vengono tuttavia a poco a poco a diminuire, risolvendosi in acqua, la quale ritorna al mare, perchè la temperatura via via s' alza di nuovo e tende a ripigliare quella equabile dispensazione, che avea nell'epoca terziaria, essendochè i continenti si abbassano via via con lentezza instancabile, demoliti dall'aria, dai ghiacci e dalle pioggie per modo, che in quattro milioni di anni, secondo i calcoli del Giekie, s'appianerebbero in questa nostra Europa i monti, e se ne colmerebbe ogni valle. Vero è bene che, in questo effetto, se viene il nostro emisfero ad alleviarsi da una parte per lo scarico delle nevi liquefatte e de' ghiacci, viene da un'altra ad ag-

gravarsi per la demolizione, per cui, scendendo la materia de' monti a ricolmare le valli, aumenta, recata quella materia più vicino al centro, l'impeto che fa muoverla a lui. Sarà in ogni modo, fra l'alleggerirsi per lo scarico e l'aggravarsi per la colmatura, nelle forze centrali del globo una differenza, per cui varierà di nuovo il punto a cui si traggon d'ogni parte i pesi, intorno alla terra. Se dunque variando, come s'è inteso da quel ch'è detto fin qui, il centro intorno a cui si richiamano d'ogni parte i gravi, si ripensi agli effetti di quell'attrazione sui corpi, e si vedrà che quelli i quali son più facili a muoversi e mutar luogo, come l'acque de'mari, ubbidiranno pronti a que'varii richiami, ritirandosi ora verso un polo ora verso l'altro, com'una marea a cui sieno dalla geologia segnate le vicende, e sia dalla meccanica dell'attrazione del globo ordinata la legge.

Dell'impeto di questa marea, che va da un polo all'altro, o ch'è andata nel corso vario del tempo, per la ragione che sopra è detto, a me sembra di riscontrarne gli effetti in quelle forme che pigliano i continenti, nello spingersi fra mare e nell'abbracciarlo e nell'essere riabbracciati da lui. Rivolga il lettore, per un esempio della descrizione di queste forme notabili, lo sguardo sopr'una di queste mappe dov'è disegnato il mare dell'Indie, quasi un gran golfo in cui si sieno ridotte l'acque tra il lido orientale dell'Africa e l'occidentale della N. Olanda, e l'isola di Sumatra, e la penisola di Malacca. Gli apparirà visibile quella figura triangolare o trapezioide che piglia il golfo, rendendogli immagine di uno smisurato estuario.

Vedesi dentro a quel mare disegnato il lido meridionale dell'Asia, con quel rientrare e cacciarsi in fuori, formando quelli che, più propriamente, da' geografi si chiamano golfi, tra' quali son principali quel del Bengala e l'altro di Oman. Osservi ora il lettore la forma di questi golfi, nel gran golfo del mare indiano; quello del Bengala per un esempio. Lo vedrà dalla parte oriental esser chiuso, da Malacca alle spiaggie di Aracan e, dalla parte occidentale, dal Coromandel al Bengala, con due linee che vanno a ritrovarsi sopra Calcutta, disegnando anche qui al piccolo golfo come al grande la figura triangolare e trapezioide, proprie di un estuario. Che se il lettore curioso volesse esaminar queste forme de'continenti con più minuta osservazione, troverà non esservi forse alcuna parte del continente, dove il lido specialmente meridionale rientri e l'acqua vi si riduca, che non appresenti quella figura di estuario rappresentata da' più gran golfi, e dal mare stesso dell'India.

Ora io dico che questa forma, la quale vedesi prendere da' golfi

non può essere effetto del caso, ma che dev'esservi una causa, la quale come in tutte le altre opere della natura agisca sempre a quel modo, con legge invariabile. E perchè la somiglianza della forma, fa ragionevolmente presupporre la somiglianza della cagione, per cui quella forma stessa si è a quel modo venuta a disegnare e non altrimenti, sapendosi che son le maree unica o almen principale cagione degli estuarii, io non dubito perciò di attribuire a una marea quella particolar forma d'estuario, che vedesi prendere a' golfi. E quale altra marea può immaginarsi più poderosa all'effetto, di quella che, attratta o respinta dal variare del centro di gravità del globo, va e viene dall'uno all'altro emisfero, con tutto l'impeto che può imprimerle la gran mole terrestre? E l'essere l'impulso di quella marea costantemente rivolto sotto il cerchio de' meridiani non è egli forse sufficiente ragione a intendere perchè vedasi quella particolar forma di estuario esser presa sempre, e più definitivamente che dagli altri, da' golfi aperti in sui lidi meridionali?

Che poi debba quella marea essere stata così poderosa da ridurre in forma di estuario non che i gran golfi ma i mari stessi, lo intende ognuno assai facilmente, ripensando alla potenza e all'efficacia dell'attrazione della materia verso il centro della terra. Convien nulladimeno osservare che si versarono le nevi e i ghiacci necessariamente sul nostro emisfero, dove più alti erano i rilievi dei continenti, e i rilievi de'continenti, per esser la materia sotto l'equatore più lieve, si rilevarono come s'accennò in altro luogo, prima che altrove, sotto alla regione zodiacale, e i limiti delle nevi e dei ghiacci si ristettero perciò a distanze assai brevi di latitudine, dove le alterazioni della gravità non riescon di grande effetto, si per la vertigine, che per la maggior lunghezza del raggio dell'equatore. Sarebbe stato quell'effetto poi senza alcun dubbio maggiore, se si fossero le nevi e i ghiacci riversati in questo nostro emisfero al polo, intorno a cui poco nulladimeno cadde di que' ghiacci e di quelle nevi a'principii dell'epoca glaciale, e tuttavia non giunge il ghiaccio, che s'accrosta al nostro polo, a una sesta parte di quello, su cui come su lucida pietra di diamante ora impolasi l'altro. Intorno anzi al polo nostro artico, oltre all'ottantesimo secondo grado di latitudine, valicata il celebre Kane una chiusa larga quasi cento miglia di ghiaccio, si trovò in riva a un mare tepido azzurro, intorno al quale volavano lieti gli uccelli, e dentro a cui liberamente nuotando si godevan le foche. Gli astronomi e i geografi sembra che l'avessero indovinato, come conclusione però di un principio che è dalla meteorologia mo-

strato falso, imperocchè attribuivano essi quel tepore della terra intorno al circolo polare al suo clima astronomico, che riceve il sole per sei mesi interi senza occultarvisi mai. Principio ch'è falso, perchè la meteorologia de'climi non dipende, come si mostrò più avanti, da' riguardi del sole; aggiungendosi di più a mostrarne la falsità l'esempio dell'altro polo, intorno a cui la scienza non consente oramai che vi s'immagini altro mare che d'immobile ghiaccio. Riconosciuta, per l'insufficienza sua a spiegare il fatto, la falsità di quel principio astronomico, vollero dire alcuni ch'è il polo artico più tepido dell'antartico per distendervisi i continenti irraggiatori del calore più al largo. Ma non avvertendo che partecipava la loro opinione di quella falsità stessa ritrovata in quella degli astronomi e de' geografi detti di sopra, non pensarono forse nemmeno a un altro latto, ch'è pure dimostrato dall'esperienza, che cioè i continenti nell'alte latitudini più presto ch'essere irraggiatori sono invece refrigeranti.

La ragione del clima più tiepido al nostro polo che all'altro è sì veramente dalle terre, che si stendono qua e là in non uguale misura, ma è tutt'altro il modo d'interpetrarne l'effetto. S'accennò infatti più sopra da noi all'origine delle correnti di mare, e si mostrò venir quella da' continenti, in mezzo a' quali affilandosi, l'acque calde dell'equatore corrono verso le più fredde su a'poli, ond'è perciò che non si vedono, o lievemente, muoversi quelle correnti ne' liberi mari. I continenti del polo artico son dunque non causa del tepore che vi fa liquido il mare, sì invece occasione per via delle correnti marine. A persuadersi per più vera dimostrazione di questo, in che concludesi così gran parte della teoria generale della fisica del mare, giova che si ripensi a' fatti osservati intorno alle correnti, da' naviganti o meglio da'balenieri, tra' quali il Duncan, che pubblicò la storia de' suoi viaggi. Egli ebbe, al vedere quelle gran montagne di ghiaccio moverglisi talvolta incontro minacciose e dirette sempre da mezzodì verso oriente, a riconoscervi dentro gli effetti di una corrente inferiore, la quale dovendo necessariamente esser calda veniva dall'equatore al polo a diffondervi il suo tepore. Così dev'essere senza alcun dubbio, conclude il Maury, nonostante quella contraria apparenza dell'acqua calda che sommergesi sotto alla fredda, e la difficoltà del ritrovar la causa perchè quella stessa acqua tepida sommersa, giunta che sia nel polo, riducasi a galla. Perchè l'acqua non tanto cresce o diminuisce la gravità sua in specie per diminuirvi o crescervi dentro i gradi del suo calore, ma per tenervi sciolta quantità maggiore o minore di sali, cosa di che per via de' galleggianti

riconobbero anche gli antichi, alcun de' quali, per relazione di Galileo, gravissimo autore, s' accorse per l'esperienza propria che l'acque superiori del mare eran più crasse delle inferiori. Essendo dunque così, può bene un'acqua calda sommergesi sotto una fredda che sia meno salmastra, tali essendo di fatto le acque del polo rispetto a quelle delle zone temperate, e può un'acqua calda perciò riprendere la propria gravità specifica in confronto alla fredda, deponendo il sale ch'era prima commisto alla sua mole, effetto che il Maury dice essere operato anche sulle correnti polari da quegli innumerevoli animalucci sottomarini, che suggono all'acqua i sali per fabbricarsene il guscio, come le foraminifere e le conchiglie e i coralli. Resta in conclusione provato che son, come causa prossima, le correnti quelle che intiepidiscono il nostro polo, e sono i continenti causa remota di quel così notabile effetto. Tali sono al presente le condizioni, in che ritrovasi il nostro emisfero, ma noi, per via di quella induzione che fece scoprire alla scienza le vicende passate, seguitiamo a indagare di questa nostra parte del globo le sorti future.

Le sorti de' continenti e de' gioghi montagnosi del nostro emisfero son come quelle di tutte le cose mondane che appena nate son soggette a morire, verificandosi ciò anche per essi, che pur parrebbero i soli immobili, eterni. Sono continuamente e senza riparo assalite le terre continentali da due poderosi instancabili nemici, l'acqua o rovinosa ne' diluvii delle piogge o premente nel peso delle nevi affaldate o roditrici nel morso de' ghiacci e nella lima de' ghiacciai; e l' aria umida non tanto in sè quanto per l' elettricità ch' ella fomenta. Si demoliscono perciò appoco appoco per queste cagioni i monti, e va la loro materia senza posa mai giù pe' loro fianchi a ricolmare le valli, di che possono senza citar geologi pigliare per sè medesimi esperienza anche gli occhi volgari, osservando il ceppo alle piante annose de' boschi e de' campi, e come vadano scoprendosi sempre più alla vista quei luoghi addopati a un colle, sulle vette del quale, guardandolo noi dal colle opposto, si rade la visuale. O ci vogliano a demolir l' Europa quattro milioni di anni o più o meno, è certo che sarà un giorno non demolita essa sola, ma tutti insieme i continenti sul nostro emisfero: e, se non demoliti in tutto, discesi almeno i monti da parecchi gradi di quelle loro alture orgogliose. In questo fatto è facile intendere, per le teorie sopra accennate, che ripiglierà la temperatura via via sul nostro emisfero una più equabile dispensazione, rimettendo della loro intensità le correnti parziali così del mare come dell' aria. Ma intiepidendosi di più la zona temperata

si raffredderanno al contrario sempre più le regioni del polo, non addirizzandovisi ora più le correnti calde dell' equatore ad alitarvi sopra il loro fiato. I ghiaeci perciò vanno ad ammassiceiarsi ogni giorno più sotto l' Orse, e andrà un tempo che cessando di rifluirvi affatto ogni corrente australe, per esservisi aperti come nell' altro polo i canali stretti nell' ampiezza del mare, s'invetreranno l'aeque trovate liquide or ora da' balenieri in una gran callotta sferiea di ghiaecio.

Si pensi ora da noi ag i effetti che dovrà produrre il nuovo peso di quella gran callotta ghiacciata, di che s' aggrava via via il nostro polo. Per due cagioni dev' essere efficace quel peso di far cambiare alla terra il centro della sua gravità, più di quel che non facessero i ghiacci e le nevi fioccate di qua dall' austro, intorno alle regioni zodiacali, ingravendosi intorno al polo quel peso più che mai per rifuggir che fa alle alterazioni della forza centrifuga, e per esser chiamato, rispetto al minor raggio dello sferoide terrestre, con maggior impeto intorno al centro de' gravi. Il peso pereiò del ghiaccio, che s' addensa intorno al polo artico, dovrà far ritirare il centro di gravità della terra nel nostro emisfero più su un po'di quel punto, verso cui lo fecero ritirare le nevi e i ghiacci della zona temperata, e più forse di quel che nou potesse fare il cambiamento di luogo o il trasporto di qualunque altra parte della materia. Avverrà così che le mobili acque de' mari australi richiamate sul nostro emisfero vi si diffonderanno largamente a ricoprirvi le umili vette de' continenti, non finiti ancora di demolir dall' aria umida e dalle piogge, e non rimarrà all' asciutto delle terre boreali se non com' isola solitaria la vetta e il giogo di qualeuno de' monti, e quelle più superbe alture che riescono sotto al eerchio degli equinozii. Appariranno allora nuove isole, nuovi monti nell'altro emisfero, e sarà egli ch'è al presente l' emisfero de'mari, per cambiata vieenda col nostro, l'emisfero de' continenti. La temperatura perciò non vi si dispenserà più equabile, com' ora, per le ragioni discorse di sopra e le correnti marine andando a intiepidire il suo polo faranno aperto a' balenieri e alle foche quel mare, ch'è stato chiuso fin qui alle ardite navigazioni dell' nomo, e insomma prenderà il polo antartico e tutto l' emisfero suo meridionale quelle condizioni ehe son ora proprie del nostro. Poi ritornerà l' australe, come saranno demoliti i suoi continenti sollevati su dalle forze intestine non più compresse dal peso dell' acqua, ad essere l' emisfero de' mari, con quella vicenda incessaute che rivela, com'accenueremo poi, all'esito prestabilito dal Creatore a questa nostra aiola terrestre.

Così appunto pensava l' Adhemar che fosse avvenuto di fatto all' emisfero meridionale, rendendo anche così la ragione di quella prevalenza che hanno que'mari sui nostri, per esservi state colà chiamate l' acque dalla ponderosa mole de' ghiacci polari. Che sia infatti intorno al polo antartico quella gran mole di ghiaccio ne convengono ora quasi tutti i geografi, e i naviganti; nè la Terra di Vittoria o di Enderby, o il gran Vulcano del monte Erebo han potuto essere argomento fin qui da credere al contrario. È vero che non è l' argomento altro che negativo, non avendo potuto ancora i naviganti valicar i passi serrati da quel gelo eterno, e che s' è perciò concluso per via di sola induzione, ma chi sa che perfezionati gli strumenti da vedere la maraviglia de' cieli, e da misurare la quantità e discernere la qualità della luce che riflette ne' novilunii la terra, non si possa vedervi in specchio il polo e ravvisarvi il rifletter vario o dei ghiacci candidi o delle liquide onde azzurre, o se vi son davvero dei continenti? Non fu egli questo pensiero che all'annunzio avutone da Galileo stesso, della cagion vera del candore lunare, venne in mente al padre Castelli? Che se Galileo, invece che il Toscanelli, avesse addirizzate le vie al Colombo, avrebbe potuto veder l'ardito navigatore specchiata in faccia alla luna quella terra ch' egli cercava, come ci vide pure specchiato il Lambert il verde lieto della sua primavera. L' induzione in ogni modo ci assicura del fatto, e perchè non vanno le correnti marine per l' emisfero australe a riversare le calde acque dell' equatore sulle fredde del polo, non può il polo stesso non rimanersi come si crede e dice, rattratto nel ghiaccio. Che la maggiore o minor mole poi del ghiaccio antartico possa esser cagione di richiamare o rilasciar l'acque, e far così o levare o abbassare il mare nel suo emisfero, facendolo al contrario abbassare o sollevare nell' altro, par sia cosa da non mettersi in dubbio, non essendo altro che una conclusione di un calcolo fisico matematico, secondo il quale, a quel che trovò il Croll, una diminuzione per esempio di 145 metri di spessezza nel gran ghiacciaio solleverebbe il livello del mare di otto metri e 20 centimetri al polo settentrionale, e di sette metri e 75 centimetri alla latitudine di Glasgow. E da un'altra parte hanno tutti questi argomenti una conferma nel fatto, perchè se noi misuriamo sopr' una mappa la superfice del mare e della terra, movendo dalle regioni artiche ordinatamente verso le antartiche, si trova questo di singolare, che la superfice dell' acqua, dal sessantesimo al settantesimo parallelo, cresce rispetto alla superfice della terra con tale ordine di proporzione, da non si dover credere effetto del caso. Che se

dev' esser ciò secondo una ragione, io non saprei in verità qual ritrovarne, di quella dell'Adhemar, una migliore. E non di questo solo rende il supposto dell' Adhemar una ragion sufficiente, ma la rende, mi sembra, altresì di quest'altro fatto geografico non men singolare. Se si bada al perimetro, secondo cui circoscrivono le acque i termini littorali dei continenti, si vede che riescono tanto più quei perimetri o interrotti da baie o incavati da seni o dispersi in isole solitarie, quanto più, movendo con l' occhio sulla carta da mezzogiorno, si risale su verso il settentrione. La cagione di questa differenza, tra' lidi meridionali e i polari, è senza dubbio da ricercare per primo nel vario impeto e libertà di sfogarsi la forza intestina o sotto all' equatore o sotto a' paralleli, sollevando esse là i continenti ai primi impulsi aiutate dalla forza centrifuga, e qua invece, affievolite come sono dalla centripeta, con varii e interrotti conati. Varrebbe a dichiarar ciò l' esempio di un corpo o svelto alla prima tratta o tirato a più strette, che viene intero nel primo caso, e nel secondo in frantumi. Ma sono i perimetri de' continenti, con l' andare del tempo, soggetti ad alterarsi per lo scarico della materia menata giù continuamente a' loro piedi dalle piogge e da'ghiacciai e dai fiumi, qui uscendo fuori coi delta, e là rientrando con gli estuarii. Se vanno anzi i continenti a scendere a valle, con quel loro dolce pendio de'colli e a morire ultimamente ne' lidi, ciò si dee tutto all'opera dell'acque e de'ghiacciai, e son l' acque perciò o de' ghiacci o de' fiumi, che disegnarono il perimetro ai continenti, sollevatisi prima irti e brulli su dal fondo dei mari. Si vede perciò che non potendo gli scarichi della materia levarsi sopra l' acqua del mare se non colà dove l' acque stesse son meno profonde, il vario modo del circoscrivere i termini a' lidi dipende in ultimo dal livello del mare, secondo che copre o discopre le materie menate giù a piè dei rilievi continentali, o da' ghiacciai o dalle piogge. Ora è certo che son l'acque via via meno profonde che va crescendo la latitudine, perchè col crescere della latitudine la forza centrifuga via via diminuisce, ond' è che devesi a questo effetto principalmente se rimanendo i lidi, con più che s' avvicinano al polo, scoperti, rendono sempre più visibile all' occhio del riguardante il frastagliamento delle loro forme. Ma non sarebbe il fatto così notabile, se non s' aggiungesse alla forza centrifuga, che tiene il livello del mare più sollevato sotto alle regioni dell'equatore, quell' altra forza di attrazione operata, secondo che pensa l' Adhemar dalla gran mole del ghiaccio aggravante il polo antartico, per cui il livello del mare è più che qua tenuto alto in quell'australe emisfero;

ond' è che trovasi in conclusione in questa ipotesi dell' Adhemar quella più compiuta efficenza, che può rendere a' geografi la ragione di un fatto non saputo attribuire fin qui ad altro che al caso. Senza che vedesi, in questa ipotesi del mare attratto al polo col crescervi sempre più intorno la grave mole del ghiaccio, il perchè a molti antichi fiumi sia rimasto il prim' alveo abbassato di parecchi metri sotto il livello marino, perciocchè non riconoscendovisi alcuno indizio di un generale abbassamento di tutto insieme il continente, ov'è insolcata la valle, dovea a'geologi riuscire un mistero a intender come mai si fosse potuto essere sola abbassata la valle e non le terre circostanti insieme con lei, prima che venisse in pensiero all' Adhemar, che chi dovea aver cangiato livello in quel caso non era la terra ma l' acqua. Alle ragioni idrauliche dunque da noi dichiarate più sopra nel § 2 del Cap. I., a dimostrar come avessero potuto i gran fiumi antichi imporre i fanghi e le ghiaie nell'alte valli, se vi s'aggiunga questa ch' è suggerita dall' Adhemar, e che può essere in molti casi interveuuta come cagioue efficace, si vedrà quanto più ragionevolmente si spieghino i fatti con somiglianti argomenti, che uon nell' ipotesi strana dello scouvolgersi violento degli strati terrestri. Nè si nega da noi quel sollevarsi lento e continuo di alcuni lidi, di che s' erano già accorti prima i fisici e l' avea già il nostro Eustachio Manfredi dimostrato, per il lido adriatico su cui risiede Ravenna, nell' antichissimo tempio di Classe di Fuori, benchè l' attribuisse a tutt'altra cagione da quella a cui l'attribuiva Leopoldo De Buc, qnando a più splendido lume della scienza progredita, osservò quel medesimo fatto ne' suoi viaggi; si dice solo ch'è talvolta il continente quello che si solleva o si abbassa, e tal altra invece é il livello del mare. Questo riversarsi poi dell' acque da un emisfero all' altro, e questo loro variar di livello può di più farci ritrovare quella piena e compiuta efficienza, che fece aprir la via dall'acque, colà dove non si sarebbe mai creduto che tanto potessero i diluvii delle piogge e la corrente di un fiume ; e può tutt' iusieme farci anche argomentare, che se molti golfi e canali, i quali nient'altro paion esser se nou che squarciature operate da una forza diretta sotto la linea de' meridiani, si vedono in questo nostro emisfero infossati ricongiungere insieme due mari, ciò da null' altro dipende se non che dall'impeto fatto dall' acque per aprirsi la via più breve da giunger fin là dove le nuove condizioni dell' equilibrio idrostatico facevano ritirarle dal settentrione. Ci ha mostrato la geologia le varie condizioni della superfice terrestre nel succedersi via via dell'epoche, per le quali ella passò, a condursi all'ultimo a pigliare questo assetto presente, e dopo gli ap-

parecchiamenti delle prime e più antiche ère, infino alla cenozoica, l' abbiam veduta nella neozoica comporsi in bella varietà di monti, e di valli e di lidi, su cui come la lima o la pomice o la rnota, ch'usan gli artefici ai loro oggetti usciti or ora o dalla forma o dalla fucina, son passati i ghiacciai e vi si son rovesciati sopra i diluvii, per ridurre i continenti a questa, che, paragonandoli a' continenti anche del miocene, direbbesi ripulitura. Ma si fermerà ella, qui possiam domandare a' gcologi, la terra, o quello ch' ella ha preso in questa oramai invecchiata età antropozoica sarà egli propriamente il suo assetto finale? Quel che risponderebbero io non so, ma so questo solo che non potrebbero prudentemente rispondere, se non che ricercando prima le condizioni e lo stato di questo assetto presente, per inferirne poi se sia quello in verità stato di quiete, come in suo ultimo termine di moto, o lentezza piuttosto o riposo o sola quiete apparente. L'ipotesi però dell'Adhemar sembra a me che risponda a tutto e faccia dalla lontana intravedere il segno di quella via lunga, per la quale si mette il globo nostro per trasformarsi di nuovo e ripigliare altra complessione, altra faccia. Già vedemmo che il mare tende ora, per l' accumularsi che fanno i ghiacci via via in maggior mole intorno al nostro polo, a riversarsi sopra il nostro emisfero per cui noi possiamo indovinare gli effetti, che quindi infallibilmente ne seguiranno. E prima convien pensare che la gran distesa dell' acqua ha lungamente fin qui fomentato nell' emisfero meridionale il calore intestino colla pressione, e ve l' ha di più mantenuto e vietatogli ogni sfogo colla pressione medesima, e per la poca facilità dell' acqua a condurre il calore e a dissiparlo all'esterno; ond' è che sotto a quelle profondità marine ribolle più che altrove il fuoco più intenso. Ma via via che il mare si riversa sul nostro emisfero quella pressione dell'acqua, nell' emisfero meridionale, diminuisce e lo strato coibente il calore sempre più s'assottiglia, e rilassandosi perciò la forza, che teneva al fuoco centrale la rabbia compressa, si sfogherà pur alla fine eruttando nelle bocche aperte dei vulcani, i quali si leveranno un giorno al cielo giganti minacciosi, e poseranno largamente il piè sull'isole, i cui lidi sien quasi fimbria dei loro paludamenti. L' emisferio meridionale perciò, che al presente ha la prevalenza de' mari, avrà com'ora ha il nostro un giorno la prevalenza dei continenti, i quali pure all'ultimo saranno anch'essi demoliti per farsi insultare la fronte un giorno orgogliosa ai flutti marini, rinuovandosi così con lunga incommensurabile vicenda la scena al teatro di questa terra, dove vengono gli uomini a rappresentare ognuno la sua commedia.

Che s' è lecito a noi rane gracidanti in fondo a questa limac-

ciosa palude uscire a riva, e riguardare a quelle serene regioni del cielo dove ha la sua lucida stanza il sommo Giove, potrebbesi domandare s' è forse un giuoco o una curiosa faccenda o un desiderio di dilettar lo sguardo o d' esercitar la somma arte fabbrile nella varietà delle cose, quello di spenger le vite in un emisfero per suscitarle in un altro, e anche spengerle nuovamente in questo, per poi soffiare il divino alito vitale sopra quello di nuovo. Se quel Giove, che noi ora conosciamo ed amiamo, fosse quello di Omero, non sarebbe forse alieno dalla natura di lui il pensar ch' e' si potesse illudere in simili inutilità di esercizii, ma quel Giove, che si rivelò a noi per Mosè sotto il nome caro e venerato di Dio, nulla opera inutilmente e senza un fine, e non dà l'ali a un insetto, non dà a un' erba il fiorire, lo spirare al più placido venticello, che non si ricongiungano i loro atti, benchè fuggevoli al computar della nostra povera scienza, nella universale armonia delle cose.

A che fine sarà dunque ordinato questo rimutar faccia e ricambiarsi insieme la veste gli emisferi del nostro globo? A crescervi sempre, io risponderei colla varietà la bellezza, parendo verisimile che i continenti si disfacciano e tornino sotto al mare per riuscir poi più variamente ornati di poggi ameni e di valli, di solitarie isolette e di popolosi lidi marini. Ma con questa che si potrebbe, nell'artilicioso linguaggio d' oggidì, chiamare intenzione estetica, è congiunto in mirabile modo nella mente di Dio Creatore sapiente e provvido conservatore un altro più lontano intendimento, e quasi direi più finale, conducendo con quella vicenda di alterazioni subite sulla sua faccia la terra stessa a quella ultima sua palingenesi, alla quale si vedon tutte essere irresistibilmente ordinate e volte queste cose mondane. Perchè quel frantumarsi la superfice e le viscere della terra tante volte quante ricorrono le vicende de' sollevamenti esterni e de'subbollimenti intestini, fa ch' ell' ubbidisca la materia terrestre, come s'accennò altrove, più pronta alla forza centrifuga che la ritira dai poli e la richiama sotto alle regioni dell'equatore, per cui la figura della terra che si suppone essere stata a principio sferica, e ora invece è sferoidea, seguitando via via a rattrarre sempre più l' asse riuscirà a poco a poco a configurarsi in un disco, e poi all'ultimo in un' armilla, simile forse a quella che circonda Saturno.

V.

Ma lasciamo a più penetrativi e più andaci intelletti questa curiosità, che sempre ha frugato le nostre menti di voler cioè pre-

vedere gli avvenimenti futuri e precorrere colle corte ali della ragione alle alte e ascose intenzioni finali di Dio creatore. Troppa è la faccenda che ha la scienza dell' uomo oggidì intorno alle cose presenti e alle passate. E foss' egli vero che noi senza travagliarci inutilmente delle vicende avvenire, avessimo nel divisare alla terra le condizioni presenti colto nel segno, e che avend' io concluso i caratteri proprii della presente età geologica nell' essere inondato ora questo ora l' altro emisfero, con continua vicenda di mari e di continenti, mi potessi ripromettere l' approvazione de' dotti! Ma o ch'io speri o ch' io tema, a me basti l' aver liberamente aperti i miei segreti pensieri, e checchè altri sia in tal proposito per giudicare delle condizioni geologiche o presenti o future, quel che più importa al fine di questa mia trattazione è di ricercar nella storia del passato i fatti, che avvennero sulla superfice della terra al tempo che i nostri colli e altresì alcuni monti, al dir di alcuno, trasparivan come festuche in una palla di ghiaccio. Quest' opinione intanto, che fu un tempo tutt' insieme comune a' dotti ed al volgo, è sembrata ora a'geologi una esagerazione, perchè in quella che chiamasi epoca glaciale non fu la terra tutta involta in una tonaca di cristallo dall'equatore al polo: non pare anzi che giungessero i ghiacciai più là di quei termini, ne' quali è segnato il mezzo alla zona temperata. Le osservazioni paleontologiche e gli effetti, de' quali hanno i ghiacciai lasciati impressi ovunque i vestigii, hanno intorno a ciò risoluto ogni dubbio, se non nel volgo, almeno fra' dotti, ma son tuttavia rimasti i dotti stessi incerti e dubbiosi de' ricorsi di quel periodo glaciale, ed è chi lo crede continuo e chi interrotto, cosicchè non si sarebbe al dir di costoro volta un'età sola de' ghiacci ma o due o tre per lo meno, precedute e seguitate ciascuna da un clima più dolce. Intende perciò bene il lettore come non può quel pregiudizio e questa incertezza da null'altra cagione dipendere, se non dal non aver ben chiarito ancora quelle teorie meteorologiche e geologiche, che posson rendere la ragione della freddà umidità de' climi, e rispondere, in quel miglior modo che può una teoria, alle particolari osservazioni de' fatti. E perchè se l' amor proprio, come suol non c' inganna, pare a noi che sieno ne' paragrafi precedenti posti a quelle teorie meteorologiche i principii, è ben che ci tratteniamo ora qui a spiegarle un po' meglio, e applicarle alla geologia glaciale, perchè si possa poi ne' giusti termini divisar la natura e le proprietà di que' notabili avvenimenti, e risolutamente rispondere ad alcuni quesiti della scienza, intorno a'quali i dotti fin qui rimasero incerti.

Riducendoci perciò alla memoria quelle dottrine, che furono

in simil proposito di già accennate, si ricorderà il mio lettore essere stato ivi provato come la cagione perchè si divisarono sulla superfice della terra i climi, e si disegnarono le varie zone su lei, secondo le varie temperature, fu l'altitudine dei continenti, i quali si levarono a intramezzare e interrompere le libere regioni dell'aria tra le valli mediterranee e i gran giogbi montani. Scende ora di là come corollario che i termini segnati alle varie zone son tanto più decisi, e quasi direi taglienti, quant'è a que' tramezzi continentali maggior l'altitudine, e tanto al contrario parteciperanno più insieme le loro qualità e si contempereranno i caldi e i freddi alle varie zone quanto avranno minor rilievo le terre continentali, e porranno perciò al libero scambio dell'aria minori impedimenti. E poichè, a quel che c'insegna la stratigrafia e s'accennò di sopra, presero i continenti questo loro rilievo a' tempi del pliocene, l'età dunque dei ghiacci convenne che incominciasse col pliocene. E che incominciasse allora di fatto la paleofitologia e la palcozologia, ciò che anche sopra fu detto, lo dimostrano a chiare prove. Ma dimostrano altresì quelle due scienze co' fatti osservati nelle piante antiche, e negli antichi animali, che non fu o che non dovett'essere sempre il clima ugualmente freddo, ciò che d'altra parte consuona con quel che dee necessariamente avvenire per legge meteorologica, e come conseguenza legittima di quel che fu da noi provato di sopra. Imperocchè i continenti non si sollevaron d'un tratto, come la vecchia geologia teneva, a somiglianza di giganti ebbri ridestati dal sonno, ma a poco a poco infin che non aggiunsero finalmente al livello, che come a loro ultimo termine fu a loro imposto dalle forze intestine. Perciò dovette la temperatura via via nel corso dell'età pliocenica diminuire infino a giungere al suo minimo di calore, quand'ebbero i continenti raggiunta questa loro massima altezza. Allora dunque accadde alla terra il colmo de' ghiacci, e se fu mai tempo, in che si potesse la terra stessa dir veramente assiderata, fu e non potev'esser che allora. Ma avvenne a' ghiacci quel che a ogni troppo pingue raccolta, che sia cioè occasione a rimpoverire il colmo stesso dell'abbondanza, quasi provvido limite imposto chè non trasmodino, a tutte, le cose della natura. È da ripensare infatti che la quantità dell'umido in un clima, condizione essenziale perchè vi fiocchin le nevi, non dipende solo dalle cause fisiche o dell'evaporazione o del potersi l'aria saturar di vapore più o meno, ma da cagioni fisiologiche altresì più delle fisiche efficaci operanti. Cristoforo Colombo, ch'avea tal indole e abito d'osservazione, da poter riuscire sott'altra disciplina e in altri

tempi uno de'più gran fisici del mondo, avea nel suo viaggio alla Giammaica osservato levarsi ogni sera dalla parte occidentale un nembo con pioggia, la quale durava un'ora o più o meno. Riferisce Ferdinando nella vita di lui, com' egli attribuisse quel così notabile effetto alle gran selve e agli alberi di quel paese, a ciò indotto dalla propria esperienza, perchè avendo veduto simili uragani generarsi alle Canarie e a Madera, quand' erano tutte come la Giammaica quell' isole ingombrate da selve d'alberi verdeggianti, si facevan poi quegli uragani men impetuosi e meno frequenti, quando furono quelle selve spianate, e fu tutto il suolo ricoperto di ceneri e di tizzoni. La congettura così ragionevole del Colombo è stata di questi giorni confermata per modo, che non si può dirla oramai più una congettura, ma una ragione fisica e meteorologica del fatto. Imperocchè non solo si trovò che le foglie vaporano, ma ha scoperto ora il Dehernin ch' elle evaporano altresì in un atmosfera satura di vapori, intantochè può dirsi che più di umidità è fornita alle piogge dalle foreste, che non dai venti, e son esse per lo più, com' il Colombo avea divinato, che ingenerano i nembi, e forniscono materia abbondantissima a'ghiacci e alle nevi. S'intende perciò che giunta al colmo la distesa de'ghiacci dentro ai quali le grandi selve restaron sepolte, e ricoperta tutt' al largo sotto alle nevi la verde superficie evaporante, i gran ghiacciai convenne incominciassero a dimagrare, perchè l'umido ripiovuto dall' aria, senza quello più abbondantemente esalato dal verde delle foglie, non ristorava il ghiaccio evaporato a'venti secchi, e al fervente calor dell' estate.

Si può dunque ragionevolmente credere, argomentando sulle cose discorse, che s' abbattessero i ghiacci a raggiungere il colmo, quando si sollevarono i continenti alle loro massime altezze. Ma giusto allora che s' incominciarono i ghiacciai a sgombrare un poco di là, dove aveano a se stessi e all'altra materia, con mura adamantine richiusi i passi, incominciò la fervente opera del demolire, di cui si vedono sulla faccia della terra impressi in più parti ancora i vestigi. La demolizione poi opera questo, che abbassando le alture e colmando le valli viene quella superfice appoco appoco a rendersi uguale, e perciò anche a dispensarsi, come s'accennò di sopra, più equabilmente la temperatura, cosicchè al cominciar l'opera di quelle demolizioni e al seguitar di quella ogni giorno più con lena instancabile, s' incominciò il clima e seguitò a farsi via via sempre più mite. Senza che è da osservare, a proposito degli effetti della demolizione de' continenti sulla variazione de' climi, che non opera quella demo-

l'zione per quel solo effetto universale del ragguagliare la superfice terrestre, cosicchè vi possan liberi alitar sopra i venti, senza che impediti di ricircolare sien costretti sotto i soli eqninoziali a concepirne i fervori, e a riversarsi poi in correnti calde, che n' eccitino altre fredde, e così facciano eccedere i climi; ma opera ella altresì per altri particolari effetti, che non si debbono passar da noi in questo presente studio inavvertiti.

Si disse da noi più sopra, che il sole, forza prima e motrice di questa gran macchina mondiale, non opera immediatamente, ma mediatamente per via d'organi, come, in queste nostre macchine fabbricate dall'arte. Or riguardando in questi ordinamenti della terra i soli effetti meteorologici, organo principale in produrli è senza alcun dubbio l' aria. Ma l' aria stessa non riceve, se non pochissimo o nulla del calor solare direttamente, ma lo riceve riflesso da' vapori che tiene in seno sospesi, e dalla superfice terrestre, per modo che l'aria concepirà tanto più o men di calore, quanto più gagliardamente la superfice stessa glielo riflette. Ma essendo le riflessioni variamente intense, secondo che la superfice in che dà il sole è acqua o terra, è piana o rilevata, è deserto arenoso o foresta verdeggiante, vedesi perciò che secondo queste varie condizioni del suolo, vario ricevendo l'aria del calore il grado, farà altresì nel clima varietà di temperanze. S' accorge perciò il lettore che dando noi come causa che differenzii i climi l' altitudini varie de' continenti, abbiamo accennato alla cagion principale sì, ma non all' unica di quell' effetto, il quale tutto insieme dipende dall' altitudine e dalla distesa de'continenti e dalle varie condizioni della loro superfice non solo, ma e di tutta intera la superfice terrestre. Or s' immagini che là dove prima il sole dava sulla superfice del mare, dia invece in un' isola, la quale si sia testè sollevata, e si pensi al vario grado di calore, che per questa trasformazione della superfice terrestre in quello spazio riceve per riflessione de' raggi solari l' aria ambiente. La riflessione del calore, sull' isola, è cresciuta d' intensità e d' estensione. D'intensità perchè l' isola è opaca, d' estensione, perchè la superfice dell' isola è molto maggiore della superfice del mare, ed è per lo meno di tanto maggiore, quanto tutta intera la superfice esterna di un prisma è maggiore della sua base: senza ch' ella potrebbe quella superficie dell' isola aumentar molto più rispetto a quella marina, se piuttosto che esser piana risalisse, come fa naturalmente il suolo, in un luogo, e in un altro invece avvallasse. L'aria perciò dall' isole riceverà per tutte queste cagioni più calore che non dal mare. Ma quel ch'è al-

tresì in ordine agli effetti meteorologici da ripensare, è il riscaldamento vario, che nella stessa mole della riscaldata aria ambiente v'induce o vi può indurre la riflessione del sole, per cui s'ingenerano così facilmente nel seno di lei i nembi e le tempeste. Imperocchè un bacino o una valle è una superfice concava di riflessione, la quale se non raccoglie i raggi in un punto solo, come gli specchi artificiali gli raccolgon nel fuoco, può in alcuna condizion di riflesso quella superficie concava raccoglierli in una caustica incendiatrice. Questo potrà esser talvolta l' effetto delle radiazioni dell' isola alla superfice.

Son da vedere ora gli effetti, che debbon necessariamente seguitar dalle radiazioni de' lidi, i quali, essendo l' isola nel suo primo sollevamento prismatica, si suppongono a pareti verticali. Riflettendo anch'essi le radiazioni solari riscaldan l'aria, assai più che dalla parte orientale, da quella d'occidente, essendo la quantità del calore irraggiato dal sole nell'ore mattutine minor assai che nelle vespertine. Si può di ciò persuadere il lettore con questa volgarissima osservazione senza ch' io gli abbia a citare autorità di fisici od uso di strumenti. Osservi in un prato piano, dove sia per tutto ugualmente caduta la neve, a piè di qualch' albero che riceva dalla mattina alla sera il sole scoperto. Vedrà la neve liquefarglisi intorno intorno profondando un pozzetto a pareti verticali così decise, che par esservi la neve tagliata ad arte con un coltello. Il giro poi di cotesto pozzetto anche a' meno attenti osservatori, non si mostra circolare, ma chi anzi vi bada un poco lo trova essere in figura di un ellisse, di cui l'asse maggiore essendo diretto da oriente ad occidente, il centro del pedale dell' albero riesca nel fuoco orientale. Ora essendo la liquefazione senza dubbio dovuta a' raggi del sole riflessi dal pedale dell'albero intorno intorno sopra la neve, disegna, cotesta figura ellittica, precisamente colla sua eccentricità, e misura col suo parametro la quantità, e il differente grado di calore irraggiato nelle varie ore del giorno, che per l' ore pomeridiane si ved' essere tanto maggiore. È perciò un fatto sperimentalmente dimostrato, che facendo sull' aria i lidi dell' isole al sole quel che fa giusto il pedale dell' albero sopra la neve, dee l' atmosfera riscaldarsi assai più dalla parte occidentale, ond'è che se quel che s' è detto per teorica speculazione s' applica tutto ad un gran continente, si vedrà come debba quel vario riscaldamento esser occasione a correnti ventose di nembi e a tuttociò insomma che può alterare le condizioni de' climi.

Alle cause universali perciò di quelle alterazioni divisate da noi di sopra, conveniva aggiungere anche queste più minute e parziali,

perchè non si sarebbe potuto facilmente intendere l'effetto di queste in raddolcire il clima, se non si fosse prima veduto qual parte avessero quelle cause potuto avervi, nell'alterarlo, per quel disquilibrio termico prodotto dall' irraggiamento solare nei bacini caustici, o da mattina o da sera nelle pareti verticali de' continenti.

Or io dico, riappiccando le fila al nostro ragionamento, ch'è giusto opera della demolizione quella di ricomporre via via l' equilibrio termico rotto da quelle cause parziali, cosicchè non tanto produce la demolizione stessa l' effetto universale del raddolcire il clima, ragguagliando la superfice terrestre, ma ella produce altresì alcuni effetti parziali, di cui vien che se ne dica qui da noi qualche cosa, la quale a me sembra pure importante, benchè altri la potesse giudicare una sottigliezza.

Si disse che i continenti si sollevarono co' loro lidi a principio, e, colle altre loro alture, verticali, ma che poi vennero per la demolizione via via e per lo scarico e il trasporto della materia a pigliare quella loro dolcezza di pendio, e quel lento e quasi molle ondeggiar di valli e di colline, che si disegna all'occhio del riguardante da qualche altura giù pel sereno orizzonte; cosicchè le dure forme prismatiche dei primi rilievi continentali dell'età del pliocene hanno via via presa questa elegante figura di piramidi, di cupolette e di coni. La riflessione dunque del sole, che facevasi, prima del cominciar la demolizione, sulle pareti verticali de'picchi, si fece poi via via per opera di lei su pareti inclinate ne' fianchi de'colli e nelle cime stesse dei monti, ond'è che se applichiamo al calore quel che nella prima giornata de' Massimi Sistemi dimostrò Galileo per la luce, si vedrà quanto si dovessero differentemente riscaldare e irraggiare perciò i continenti prima ai tempi pliocenici, e quanto poi, quando essi incominciarono a demolirsi; e sapendosi che la precisa misura di quella differenza è numerata proporzionalmente al coseno de' gradi della inclinazione della parete, avremo anche tutt' insieme la misura delle temperanze, che la demolizione produce per questa parte sulle condizioni di un clima. Ho detto delle temperanze, perch' è vero che le pareti meno inclinate de' continenti, dappoichè patirono gli effetti de' diluvii demolitori e de' ghiacci, concepirono e rifusero perciò minor grado di calore, e si potè nulladimeno raddolcir per quel modo il clima, contemperandone le dispensazioni per le regioni varie dell' aria. È persuaso oramai il lettore che il freddo e il caldo dei climi non avvenne, come fu creduto da molti e forse ancora si crede, per essere aumentata o diminuita l' intensità calorifica della prima sor-

gente, ma perchè le condizioni della superfice terrestre fecero si che moltiplicandosi i gradi del calore in un luogo, un altro invece ne patisse difetto, e così venisse a distinguersi il clima, temperato prima ugualmente, in torrido e freddo. S'intenderà perciò bene come possa la demolizione de' continenti aver addolcito il clima nell' effetto universale, benchè l' abbia invece infrigidato per alcun effetto parziale: perchè, a far che il clima freddo del periodo glaciale intiepidisse, conveniva toglier quelle cagioni che l'avevano fatto infrigidare o che avevano in altre parole fatto patir difetto di calore a un luogo per condensarlo in un altro. Quelle cagioni poi furono, come si disse, i rilievi dei continenti, che facendo riparo all' aria impedivano le libere comunicazioni di essa, per cui s' ingenerano quelle correnti ventose ora calde ora fredde, e gl'irraggiamenti sulle pareti verticali di varia intensità, secondo che variamente o da sera o da mattina riguardano il sole. Ora queste due cagioni di alterare e divisare i climi in torridi e freddi son tolte via dall' opera delle demolizioni, le quali abbassano le alture e tendono a ragguagliare i monti alle valli, e fanno all' orizzonte inclinar le pareti verticali per cui si contemperano i disquilibri di temperatura prodotti dai riscaldamenti varii del sole, avanti e dopo il suo passare ai circoli meridiani; ond' è in conclusione, per solo effetto delle demolizioni, che addolciscesi il clima: e perchè l'opera loro non cessa, ma progredisce anzi sempre più, s' addolcisce via via.

Se si volessero dunque graficamente rappresentar, come s' usa per tutte le vicende meteorologiche, i decrementi, il colmo e gli aumenti della temperatura mentre che si volse e tuttavia si volge il periodo geologico del pliocene, non si potrebbe far meglio che descrivendo una parabola, il ramo ascendente della quale rappresenti via via le intensità de' freddi che si fanno maggiori sempre più col sollevarsi a maggiore altezza i continenti e coll'articolare, se mi si perdoni l'immagine, le loro membra moltiplicate e disperse; il vertice della figura rappresenti il colmo de' freddi umidi e perciò dei ghiacci, e il ramo discendente, che giunge infino a noi, il diminuire de' geli e delle nevi, e perciò la sempre crescente dolcezza de' nostri climi. Sarebbe questa perciò a parer mio la più vera rappresentazione di quelle vicende, che subì la superfice della terra, in quel che si chiama da' geologi periodo glaciale.

Ma queste che sono state da noi fin qui divisate, non son altro che le cagioni universali degli effetti universali, per cui s' invetrò di ghiaccio la faccia alla terra, e incanutì nella neve, ma dovettero aver-

vi parte eziandio altre cause parziali, le quali concorressero tutte insieme ad alterare la linea parabolica rappresentatrice di quegli effetti.

Già si accennò più sopra a quella che molti geologi credono essere stata unica causa de' freddi umidi del periodo glaciale, il gran mare di Sahara; e benchè sia tutt'altra la general cagione di quell'effetto, non è che anco simili avvenimenti sulla superfice terrestre non debban essere tante cause parziali, le quali operano di per sè, indipendentemente e di sopraggiunta anche se si vuole alla causa generale. Tutte anzi le cagioni, le quali concorrono ad aumentare in qualunque modo l'umidità dell'aria, e a produrre e addirizzare nuove correnti ventose, hanno preso parte e la pigliano tuttavia in quegli effetti, che sonò universalmente dovuti alla demolizione, e possono esser talvolta quelle cagioni tanto efficaci da far volgere per se stesse un periodo nel gran periodo glaciale. Non solo dunque il Sahara ha potuto impinguare i ghiacciai, essendo mare, e dimagrarli diventando un deserto, ma una grande isola o un gran giogo d'alpe diboscato o incenerito può, per le ragioni accennate, produrre un simile effetto, e può produrlo altresì un continente o un giogo montano, che faccia sviare la direzione di un vento. Ora di simili cagioni chi sa quante possono essere intervenute sulla superfice della terra, nel lento e luogo volgersi del periodo pliocenico, le quali avranno potuto alterare l'andamento regolare e geometrico di quella linea parabolica che noi immaginammo di sopra a rappresentarci le vicende della temperie dell'aria; ond'è che a voler avere in quelle linee più verisimile rappresentazione, non convien descriverla in figura schietta di una parabola, ma di una linea de' seni, di cui sia l'asse una parabola.

Ma perchè, condizione necessaria affinchè s'affaldin le nevi e s'indurino i ghiacci, son come si disse non il solo diminuire della temperatura, ma l'aumentare dell'umidità dell'aria, tuttociò che può dunque concorrere in qualunque modo ad alterar l'una e l'altra farà crescere o diminuir la mole a' ghiacci, e la distesa alla neve, e farà perciò vibrare quella linea de' seni, che noi immaginammo ultima a rappresentarci questi così complicati e incomputabili effetti. Ripensi fra sè un poco il lettore quante minime cagioni son che possono concorrere sopra la terra ad alterar la quantità dell'umido esalato. Intorno a che mi giova rinfrescare alcune dottrine e osservazioni meteorologiche di Galileo, che antiche di già ben tre secoli fra poco ritornano in tanto progredir, che ha fatto in questi ultimi dì la scienza, in abito nuovo. Faceva Galileo notare le alterazioni che debbon necessariamente farsi nell'umidità dell'aria, secondo ch'ella posa sopra l'acqua de' laghi e

de' mari, o sulla terra asciutta, e le varietà che induce la terra stessa asciutta sui climi, secondo ch'è distesa in pianura nelle valli e ne' lidi, o rilevata ne' colli e ne' più alti gioghi de' monti. Da' paesi montuosi, diceva, si dee levar maggior copia di vaporose esalazioni, che dalle pianure, perchè facendosi l'evaporazione alla superfice sempre nel paese montuoso più che nel piano, la superficiale distesa è maggiore. Ma un altro fatto asseriva in tal proposito Galileo, il quale parve anche all'Humboldt strano, che cioè maggior copia di esalazioni si levi su dalla terra, che non dall'acqua. Questo che par così a prima vista, strano propriamente, ma che poi non riesce tale a chi ripensi che può la superfice evaporante di una zolla esser due o tre volte maggiore che il piano della sua proiezione, il quale è d'ugual misura alla superfice liquida corrispondente; questo dico è dimostrato ora per chiare prove sperimentali, avendo l'Hajech trovato che un lago evapora una terza parte di meno, di quel che evaporino i lidi circostanti e i paesi più addentro. Vedesi perciò come gli estuarii e i delta o una e altra spece di piante, che lussureggi più o meno di fronde, o una forza più o meno intensa, che faccia corrugare la superfice terrestre, per tacer di altre innumerevoli, che sovverranno facilmente a chi legge, son tutte minime sì, ma pur cause efficaci, che alterando il caldo e l'umido sulla terra v'alterano altresì la condizione glaciale. Senzachè basterebbe solo ripensare all'instabilità dell'aria e dell'acqua nelle quali una minima forza può produrre un grandissimo effetto. Il Frankland, nelle sue studiose indagini per ritrovare la cagion dell'effetto glaciale, propone ai geologi l'ipotesi che fosse il mare a quei tempi assai più tiepido di quel che non sia al presente, per cui vaporando di più, avrebbe somministrato ai ghiacciai un alimento maggiore. Renderebbe senza dubbio quell'ipotesi la ragione del fatto, se si potesse comprendere quale dovess'esser la causa, perchè intiepidendo il mare, la temperatura nulladimeno de'continenti si mantenesse costantemente inferiore. Ma qualunque sia quella causa pensata dal Frankland, o da chi altri tenga con lui, è un fatto che non può il mare senza posa agitato e commosso da tante forze esterne e intestine, per queste sole che son variabili da tante parti, mantener sempre sotto ogni suo paraggio la temperatura uguale. Quante son mai le correnti che si rimescolano nell'Oceano dal basso all'alto, e ricircolano dall'equatore al polo, e si travasano invisibili da un mare chiuso all'aperto! Ora è chiaro che qui, come e in tutti i moti, il calore si traduce in forza, e la forza poi ritorna in calore, sì che può facile persuadersene ognuno, osservando che la neve si liquefà sul

ghiareto, al calore svolto dall'attrito dell'acqua corrente, senza ch' io gli abbia a citare le sperienze artificiose del Joule. Il rimetter dunque o il cacciarsi con maggior impeto una corrente può far diminuire o crescere, o sia pur menomamente, la temperatura del mare.

Si può dir lo stesso delle correnti dell'aria, le quali consumano similmente il calore per tradurlo in forza, e spremono poi, per così dire, nell' attrito la forza nuovamente in calore. Ma un' altra causa d'aumentare o diminuire il calore s'aggiunge nelle correnti ventose; causa della quale ci fecero ora mirabilmente accorti, colle loro esperienze delicatissime, il Joule e il Cazin, i quali osservarono e misurarono i gradi del freddo e del riscaldamento dell'aria compressa in uno, ed espansa nell'altro di due vasi comunicanti. Dissi che ce ne fecero accorti ora, perchè, degli effetti che ne' gradi della temperatura delle correnti ventose son fatte dal solo addensarsi e dilatarsi dell'aria, in passar da un luogo più angusto a un più largo, come sarebbe per esempio dalla foce di una valle a un lido marino, o da un parallelo all'altro; non vedo che se ne sia fatto da meteorologi fin qui un gran conto, avendo essi, nella quantità di calorico dell'aria, trascurato di computare quel che nella nuova teoria dinamica chiamano lavoro interno ed esterno. Eppure, se in quella specie di termometro differenziale del Cazin è sensibile quell'effetto, non par che debba, nella gran macchina di questo globo terrestre, tornar di troppo lieve momento. Ma non operano solo le correnti ventose in alterare il calore: ell'operano altresì eccitando i liquidi a evaporare. Non satore ancora eccitano le correnti ventose l'evaporazione, ma come sieno imbevute a sazietà, l'eccitano ancora più, fra le altre cagioni, per il minor premere che fanno sulla liquida superficie. E quel loro minor premere non dipende solo dall'esser l'aria mesciuta al vapore acquoso più lieve, ma dalla forza orizzontale del flusso che fa diminuire la verticale e da' richiami laterali, che come avverti il Venturi nel fluire de' liquidi, ne diminuiscono la pressione, per cui il barometro, chi argutamente osserva, se ne risente. Vedesi dunque quanto più o meno umido può vaporare, a ristoro de'ghiacciai o a difetto, secondo che più impetuosa o più larga o più diuturna si mette una corrente ventosa.

Parranno tutte queste, ed alcune altre cose discorse di sopra così minime cause, da non avere alcuna importanza nell'effetto finale. Ma non è per questo, che non debbano quelle cause, benchè minime, essere attualmente efficaci, com' è attualmente efficace, in spostare il centro della gravità di un corpo grandissimo, un minuzzolo di materia, che lo percuote, o comunque se gli avvicina. Cause

de' mari, o sulla terra asciutta, e le varietà che induce la terra stessa asciutta sui climi, secondo ch'è distesa in pianura nelle valli e ne'lidi, o rilevata ne' colli e ne' più alti gioghi de' monti. Da' paesi montuosi, diceva, si dee levar maggior copia di vaporose esalazioni, che dalle pianure, perchè facendosi l'evaporazione alla superfice sempre nel paese montuoso più che nel piano, la superficiale distesa è maggiore. Ma un altro fatto asseriva in tal proposito Galileo, il quale parve anche all'Humboldt strano, che cioè maggior copia di esalazioni si levi su dalla terra, che non dall'acqua. Questo che par così a prima vista, strano propriamente, ma che poi non riesce tale a chi ripensi che può la superfice evaporante di una zolla esser due o tre volte maggiore che il piano della sua proiezione, il quale è d'ugual misura alla superfice liquida corrispondente; questo dico è dimostrato ora per chiare prove sperimentali, avendo l'Hajech trovato che un lago evapora una terza parte di meno, di quel che evaporino i lidi circostanti e i paesi più addentro. Vedesi perciò come gli estuarii e i delta o una e altra spece di piante, che lussureggi più o meno di fronde, o una forza più o meno intensa, che faccia corrugare la superfice terrestre, per tacer di altre innumerevoli, che sovverranno facilmente a chi legge, son tutte minime sì, ma pur cause efficaci, che alterando il caldo e l'umido sulla terra v'alterano altresì la condizione glaciale. Senzachè basterebbe solo ripensare all'instabilità dell'aria e dell'acqua nelle quali una minima forza può produrre un grandissimo effetto. Il Frankland, nelle sue studiose indagini per ritrovare la cagion dell'effetto glaciale, propone ai geologi l'ipotesi che fosse il mare a quei tempi assai più tiepido di quel che non sia al presente, per cui vaporando di più, avrebbe somministrato ai ghiacciai un alimento maggiore. Renderebbe senza dubbio quell'ipotesi la ragione del fatto, se si potesse comprendere quale dovess'esser la causa, perchè intiepidendo il mare, la temperatura nulladimeno de'continenti si mantenesse costantemente inferiore. Ma qualunque sia quella causa pensata dal Frankland, o da chi altri tenga con lui, è un fatto che non può il mare senza posa agitato e commosso da tante forze esterne e intestine, per queste sole che son variabili da tante parti, mantener sempre sotto ogni suo paraggio la temperatura uguale. Quante son mai le correnti che si rimescolano nell'Oceano dal basso all'alto, e ricircolano dall'equatore al polo, e si travasano invisibili da un mare chiuso all'aperto! Ora è chiaro che qui, come e in tutti i moti, il calore si traduce in forza, e la forza poi ritorna in calore, sì che può facile persuadersene ognuno, osservando che la neve si liquefà sul

gliarete, al calore svolto dall'attrito dell'acqua corrente, senza ch'io gli abbia a citare le sperienze artificiose del Joule. Il rimetter dunque o il cacciarsi con maggior impeto una corrente può far diminuire o crescere, e sia pur menomamente, la temperatura del mare.

Si può dir lo stesso delle correnti dell'aria, le quali consumano similmente il calore per tradurlo in forza, e spremono poi, per così dire, nell'attrito la forza nuovamente in calore. Ma un'altra causa d'aumentare o diminuire il calore s'aggiunge nelle correnti ventose; causa della quale ci fecero ora mirabilmente accorti, colle loro esperienze delicatissime, il Joule e il Cazin, i quali osservarono e misurarono i gradi del freddo e del riscaldamento dell'aria compressa in uno, ed espansa nell'altro di due vasi comunicanti. Dissi che ce ne fecero accorti ora, perchè, degli effetti che ne' gradi della temperatura delle correnti ventose son fatte dal solo addensarsi e dilatarsi dell'aria, in passar da un luogo più angusto a un più largo, come sarebbe per esempio dalla foce di una valle a un lido marino, o da un parallelo all'altro; non vedo che se ne sia fatto da meteorologi fin qui un gran conto, avendo essi, nella quantità di calorico dell'aria, trascurato di computare quel che nella nuova teoria dinamica chiamano lavoro interno ed esterno. Eppure, se in quella specie di termometro differenziale del Cazin è sensibile quell'effetto, non par che debba, nella gran macchina di questo globo terrestre, tornar di troppo lieve momento. Ma non operano solo le correnti ventose in alterare il calore: ell'operano altresì eccitando i liquidi a evaporare. Non satore ancora eccitano le correnti ventose l'evaporazione, ma come sieno imbevute a sazietà, l'eccitano ancora più, fra le altre cagioni, per il minor premere che fanno sulla liquida superficie. E quel loro minor premere non dipende solo dall'esser l'aria mescinta al vapore acquoso più leve, ma dalla forza orizzontale del flusso che fa diminuire la verticale e da' richiami laterali, che come avvertì il Venturi nel fluire de' liquidi, ne diminuiscono la pressione, per cui il barometro, chi attentamente osserva, se ne risente. Vedesi dunque quanto più o meno umido può vaporare, a ristoro de'ghiacciai o a difetto, secondo che più impetuosa o più larga o più diuturna si mette una corrente ventosa.

Parranno tutte queste, ed alcune altre cose discorse di sopra così minime cause, da non avere alcuna importanza nell'effetto finale. Ma non è per questo, che non debbano quelle cause, benchè minime, essere attualmente efficaci, com'è attualmente efficace, in spostare il centro della gravità di un corpo grandissimo, un minuzzolo di materia, che lo percuote, o comunque se gli avvicina. Cause

minime, che possono graficamente esserci rappresentate dalle vibrazioni della linea sinuosa, che noi immaginavamo dianzi aver per asse delle ascisse una parabola, ond'è all'ultimo che la più piena rappresentazione delle vicende e delle alterazioni del clima, nel decorrere lungo del pliocene, non ci è pòrta nè da una linea parabolica schietta, nè dalle schiette flessioni di una linea sinuosa, che intorno a lei ora salga e ora scenda, ma piuttosto da una linea de' seni quale potrebbeci essere disegnata intorno a una parabola da una mano di vecchio paralitica.

Ora è da vedere se questa grafica rappresentazione, che noi siamo venuti fin qui divisando per teorica, risponda all'osservazioni dei fatti e a tutto quel succedersi e variar di vicende geologiche, che si trovan notate e descritte ne' vari trattati. Son prima di tutto concordi insieme i geologi nell'ammettere sulla terra una successione di tempi ne' quali ella intirizzì tutta ne' freddi; e sarebbe questo raffreddamento universale rappresentato dal vertice della parabola. Poi altri esaminando le reliquie antiche, così de' vegetabili come degli animali, s'accorsero che non dovett'essere quella temperatura glaciale continua, ma interrotta da un clima più dolce, che le seguita, come l'avea preceduta; intantochè due, come vuole il Morlot, o anche più annoverano alcuni epoche glaciali rappresentate nella nostra figura dalla linea de' seni. Ma in una stessa época, o in uno stesso periodo, è variabile la temperatura e lo stato igrometrico dell'aria da un secolo a un altro, come deducesi dalle relazioni storiche, e anzi da un anno a un altro, com' a' nostri occhi stessi porge l'osservazione. I lidi della Groenlandia non furono, secondo l'Agassiz, incrostati da' ghiacci in modo da non potere arrivarli, se non che dopo il secolo decimoquinto, e il Venetz dimostrò che dopo quel secolo appunto impinguarono altresì, distendendosi sui pascoli largamente, i ghiacciai dell'alpi, dimagrando ora invece, com'aveva infin dall'anno 1861 profetato argutamente il nostro egregio Stoppani. Piccole variazioni, appetto a'grandi avvenimenti passati, di cui la paleontologia ci porge gl' indizii; variazioni che son nella nostra figura rappresentate dalle vibrazioni paralitiche della linea de'seni.

Ma benchè io abbia voluto invocare il favore de' geologi, e mettere a riscontro la linea rappresentatrice immaginata co' fatti naturali da essi stessi osservati, e abbia altresì potuto dimostrare a' lettori, come la risponda convenientemente da tutte le parti; non è però che dalle teorie divisate minutamente fin qui, non sia la mente nostra informata, intorno a quella che chiamano epoca glaciale, di un con-

cetto assai ben diverso da quel che comunemente ci dà la scienza ne' suoi Trattati. Non è propriamente, a quel che può concludersi dalle cose discorse, l'avvenimento glaciale un fatto sostanziale in geologia, che debba denominarsi per sè distinto, e divisarsi per proprietà a sè inerenti, ma è un fatto accidentale, che non sussiste altrimenti che in alcun soggetto, il quale, com'avviene di qualunque altro accidente, lo sostenti e lo porti. Non è il fatto de' ghiacci, a dir breve, se non che un accidentalità, la quale accompagna l'ultimo degli avvenimenti geologici del pliocene. E perchè quell'avvenimento geologico non è passato ancora, e durerà tuttavia colla fauna e colla flora presente, può da noi dirsi altresì, che non è passata ancora quella ch'è da' paleontologi riguardata com'un'antica età della terra, l'età de' ghiacci, che tuttavia dura, e durerà finchè la superficie di questa stessa terra non si riformi. Quel ch'è senza dubbio avvenuto di variazione nella temperatura, e nelle condizioni dell'umidità del clima, da' tempi antichi a' presenti, è l'intensità o il grado, e non tornerà forse mai più l'umidità nell'aria, e il freddo pari a quel che fu sulla terra, quando i rilievi continentali, ciò che fu per noi rappresentato nel vertice della parabola, giunsero al loro colmo; ma che la linea de' seni, la quale ora volge in basso con le ordinate negative, non possa e forse anche non debba risalire a ritrovar l'asse e varcargli di sopra, ritraendo così in sè un nuovo ordine di fatti, simili a quelli descritti da' seni precedenti, rappresentatori d'altro parziale periodo de' ghiacci; che non possa insomma o che non debba ancora tornare un nuovo nodo di freddo, simile agli antichi, non potrebbe asseverarlo nessuno di que' geologi, che annoverano i ghiacciai come un avvenimento passato o come un fatto compiuto. Un caso simile a quel che si sa essere avvenuto al Sahara, un diboscamento o un intristimento nel verde lussureggiare delle foreste, che fanno irsuto un lungo giogo d'alpe o adombrano largamente una valle, qualche strano accidente e non più visto o immaginato da noi, e di ch'è sempre feconda la terra, antica madre di tante cose, possono tutte esser cause da farle nuovamente sentire i brividi della stagion glaciale. Se dunque è così, e il giudizio più vero che possiam fare intorno alle condizioni geologiche de' climi passati è tale, intende bene il lettore che investigare in quella lontana età i tempi del grande avvenimento glaciale, è una fatica perduta, e una confusione affannosa, per essersi ripetuto quell'avvenimento più volte e per non potersi così facilmente discernere qual de' seni rappresentatori di quelle vicende è quello che percuote nel vertice della parabola, e ch'essendo il massimo si

differenzia da tutti gli altri effetti minori, e a cui potrebbesi per eccellenza attribuire il titolo di avvenimento glaciale.

Ritessendo perciò co' discorsi fin qui compilati le fila del ragionamento, rimasto finqui interrotto, s'intende bene come non possa essere l'età dei ghiacci il cominciamento a quella successione numerabile di anni, in che vennero i primi e più antichi nostri parenti ad abitarci. Perchè anche quando si potesse tra' minori e parziali periodi, discernere quel che fra i glaciali è il massimo, non si saprebbe altro infine per quello se non che il primuomo s'abbatté a venir sulla terra quando si fu il pliocene costituito nella fermezza dei suoi continenti, e avea già preso il suo assetto finale, e il saper quando ciò avvenne, non credo che sia a nessuno ancora riuscito possibile. Ma ciò che del gran problema, intorno a cui si travaglia oggidì la scienza, rende più che mai difficile la soluzione è il succedersi vario dei ghiacci nelle varie successioni dei tempi e dei luoghi, intantochè da un avvenimento glaciale a un altro, che si prenda per cominciamento alla cronologia, può essere una differenza innumerevole di anni, come una differenza innumerevole di anni può essere tra una serie cronologica e un'altra, preso il principio dall'avvenimento glaciale in un luogo o dall'avvenimento glaciale in un altro, per modo che potrebbe l'uomo europeo apparire di anni innumerabili o più antico o più nuovo dell'uomo, per esempio, affricano. Che venisse l'uomo ad acquistar l'impero di questa terra, dappoichè la superficie di lei ebbe preso pei diluvii e pei ghiacciai questo assetto formoso di colli e di monti, di maremme e di valli, è un fatto, in che oramai convengono quasi tutti i geologi, ma impossibile ai paleontologi il porre il cominciamento alla successione di quegli anni, che sarebbero corsi da quei geologici avvenimenti infino a noi. Impossibile perchè l'epoca glaciale non ha alcuna relazione, come si vide più sopra coi fatti astronomici, che potrebber esser i soli esatti misuratori dei tempi; impossibili per le osservazioni paleontologiche, perchè, nella soprapposizione dei vari strati sedimentari non si serba alcuna regolar proporzione fra la quantità della materia imposta e il tempo necessario ad imporla, potendo come si vide sopravvenir cause tali, che facciano in pochi giorni quel che non si farebbe forse in cent'anni; e impossibile all'ultimo, perchè non può definirsi quale fu propriamente quello fra' periodi glaciali, che precesse immediatamente la venuta dell'uomo. Si cerca dagli antropologi l'età della venuta dell'uomo, dall'epoca dell'avvenimento glaciale, ma dee ai miei lettori, in conclusione, apparir chiara l'impossibilità di coteste faticose

investigazioni della scienza, se ripensino un po' che secondo il più vero e più proprio concetto che possiam farcene, quell'età glaciale dura ancora; ond'è che, volendo noi fermare la cronologia per quella, si potrebbe cogli argomenti dei moderni, che fanno risalir le prime origini dell'uomo a milioni di anni, provar che, quasi quasi anche sei mila son troppi. Perciò concludo che se non hanno gli scienziati altr'arme che questa, o altro modo di maneggiarla, non pare a me che possano, incontro alla Bibbia uscire così baldanzosi.